Die Einwirkung tiefer Temperaturen auf Salmonellen und Staphylokokken in Nahrungsmitteln

von

PETER SCHITTENHELM

1964

8049

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547601_0125

Aus dem Hygiene-Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. R.E. Bader

Die Einwirkung tiefer Temperaturen auf Salmonellen und Staphylokokken in Nahrungsmitteln.

- - -

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Peter Schittenhelm
aus Ebingen

Dekan: Professor Dr. H. Harms

1. Berichterstatter: Professor Dr. W. Wundt

2. Berichterstatter: Professor Dr. R.E.Bader

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Inhaltsverzeichnis

Einleitung ..... S. 1 - 3

Material und Methode ..... S. 3 - 6

Ergebnisse ..... S. 6 - 46

Diskussion ..... S. 46 - 50

Zusammenfassung ..... S. 51

Literaturverzeichnis ..... S. 52 - 53

- - -

1. Einleitung

Als Gastroenteritiserreger kommen Salmonellen, Staphylokokken, Bakterien aus den Gattungen Pseudomonas und Proteus, bestimmte Coli-Bakterien und schließlich aerobe und anaerobe Sporenbildner vor. Besonders häufig ist unter den Salmonellen Salmonella typhimurium zu finden. L ö f f l e r isolierte das Bakterium 1892 erstmalig während einer Mäuse-Typhus-Epidemie im hygienischen Institut von Greifswald. Der natürliche Wirt von Salmonella typhimurium ist zwar das Tier und nicht der Mensch, doch kann es beim Menschen als Krankheitserreger auftreten und eine akute Gastroenteritis hervorrufen. Wegen seiner weiten Verbreitung, auch unter den Schlachttieren, ist dieser Mikroorganismus die häufigste Ursache der durch Fleisch bedingten Salmonellosis beim Menschen (D e w b e r r y, 1959). Doch auch Salmonella enteritidis und zahlreiche andere Salmonellatypen können Erreger menschlicher Erkrankungen sein. Aus China importierte Eiprodukte, Gefrierei, Eipulver und flüssiges, konserviertes Eigelb enthalten oft zahlreiche Salmonellatypen. So fanden z. B. C o c k b u r n und V e r n o n (1956) in 75 % der von ihnen untersuchten Eiprodukten Salmonellen (G r a m, 1957). Nach L e r c h e (1961) sind die Salmonellen auch in unseren Geflügelbeständen weit verbreitet.

Viele der Nahrungsmittelvergiftungen, die unter dem Bild des fieberhaften akuten Brechdurchfalls verlaufen und bei denen keine Salmonellen nachgewiesen werden können, werden durch Staphylokokken-Toxine verursacht. In solchen Fällen sind gelegentlich die gleichen Keime als Erreger einer Eiterung eines Küchenangestellten zu finden (K i e n i t z und R i t z e r f e l d 1960). Die Identität der Stämme kann unter Umständen durch die Lysotypie nachgewiesen werden.

Zur Vermeidung einer Infektion durch Nahrungsmittel stehen Verfahren zur Verfügung, die ursprünglich weniger der Prophylaxe von Lebensmittelinfektionen als vielmehr zur Konservierung dienen sollten. Hier ist in erster Linie die Hitze zu nennen, die auch heute noch das wichtigste Mittel zur Haltbarmachung von Nahrungsmitteln ist. Zur Sterilisierung der Lebensmittel wurden in letzter Zeit auch ultraviolette Strahlen, Ultraschall und ionisierende Strahlen angewendet. Bevor Nicolas A p p e r t die Erhitzung als Konservierungsverfahren einführte, benutzte die Menschheit 5 andere Mittel zur Haltbarmachung von Nahrungsmitteln, nämlich mechanische Fernhaltung von Verunreinigungen, Gärung, Dehydrierung, Zusatz von chemischen Substanzen und niedrige Temperaturen (B a l l und O l s o n (1957)), die alle auch heute noch ihre Bedeutung haben. Durch Gärung, Dehydrierung, Zusatz von chemischen Substanzen oder durch niedrige Temperaturen wird vor allem eine Vermehrungshemmung der vorhandenen Bakterien bewirkt. Dies gilt speziell für niedrige Temperaturen, wie sie im Kühlschrank und in der Tiefkühltruhe im Haushalt angewendet werden. Die Kühlung von Nahrungsmitteln hat gegenüber allen anderen Konservierungsmethoden den Vorteil, daß der Nährwert der Produkte fast vollständig erhalten bleibt und ihre organoleptischen Eigenschaften wenig verändert werden. Vor allem wird der Vitamingehalt kaum verändert (R e i s l e r 1961). Seit Beginn der bakteriologischen Aera ist man sich darüber im klaren, daß Kälte nur bakteriostatisch und nicht bakteriocid wirkt (H a i n e s, 1938). M i r e c k i (1950) stellte fest, daß selbst in flüssiger Luft (- 189° C) Keime nicht abgetötet werden, sondern daß unter diesen Bedingungen Typhusbakterien, Staphylokokken und andere sogar bis zu 19 Monaten am Leben bleiben können.

Bei Untersuchungen über die Auswirkung tiefer Temperaturen auf Enterotoxinbildner fanden J o n e s und L o c h h e a d (1939), daß von 50 Bakterienstämmen, die aus gefrorenem Gemüse isoliert wurden, 12 Enterotoxin erzeugen konnten. Nach einer Beobachtung von P h i l l i p s und P r o c t e r (1947) überleben Staphylokokken das Gefrieren in Sahne-Nahrungsmitteln. G u n d e r s o n und R o s e (1948) fanden in für den Handel hergestellter Hühner-Fricassee und Hühner-Salat, trotz verlängerter Lagerung bei - 24 bis - 44° C hohe Keimzahlen. Da in der Literatur nur wenig exakte Angaben über den Einfluß tiefer Temperaturen auf die Keimzahl von Nahrungsmitteln bei längerer Lagerung, insbesondere auf die Absterbequote der Keime, vorhanden sind, sollte dies in der vorliegenden Arbeit untersucht werden. Dabei wurden vor allem frisch zubereitete oder gebrauchsfertige Nahrungsmittel, wie sie im Haushalt häufig aufgehoben werden, verwendet. Diese wurden mit Salmonella typhimurium und Staphylococcus aureus künstlich infiziert, da diese beiden Keimarten die häufigsten Erreger der akuten Gastroenteritis sind.

2. Material und Methode

a) Material

Die Experimente wurden mit der handelsüblichen pasteurisierten "Flaschenmilch", mit "Vanillesauce mit Ei", die nach Rezept zubereitet worden war, mit "Klarer Fleischbrühe" aus den zum Verkauf angebotenen Fleischbrühwürfeln und "Klarer Fleischbrühe mit Ei", ferner Karottensauce, die als "Alete-Karottensaft" im Handel ist, durchgeführt. Sämtliche Nahrungsmittel wurden "tafelfertig" zum Versuch herangezogen. Für die verschiedenen Nahrungsmittel ergaben sich folgende ph-Werte:

Milch	ph	6,5
Vanillesauce mit Ei	ph	6,4
klare Fleischbrühe	ph	6,0 - 6,2
klare Fleischbrühe mit Ei	ph	6,6
Karottensaft	ph	4,5
Nährbouillon (Kontrollvers.)	ph	7,0 - 7,2

Für die Auswahl der Nahrungsmittel war entscheidend, daß sie möglichst pipettierfähig sein sollten, und daß die eingeimpften Bakterien sich homogen verteilen ließen. Zur Beimpfung der Nahrungsmittel und der Nährbouillon wurden entweder ein Stamm von Salmonella typhimurium oder der Stamm Staphylococcus aureus SG 511 verwendet.

b) Ermittlung der Einsaatmenge

Es war beabsichtigt, in die verschiedenen Substrate etwa 50 000 Keime pro ml einzusäen. In einer Vorunterssuchung wurde daher zunächst die Keimzahl in 1,0 ml einer mit Salmonella typhimurium bzw. Staphylococcus aureus SG 511 beimpften und 24 Stunden bebrüteten Nährbouillon bestimmt.

Mit Salmonella typhimurium wurde, ausgehend von einer [illegible] Nährbouillon beimpft. Staphylococcus aureus SG 511 wurde in Traubenzuckerbouillon bebrütet. Nach 24-stündiger Bebrütung bei 37° C wurde über eine Verdünnungsreihe in Zehner-Potenzen die Keimzahl bestimmt. Von den jeweilig erhaltenen Verdünnungen wurde 1 ml abpipettiert, in eine Petrischale gebracht und mit noch flüssigem Agar-Agar gut gemischt. Die Schalen wurden bei 37° C 48 Stunden bebrütet, anschliessend die gewachsenen Kolonien ausgezählt. Bei der Verdünnung 1 : 1.000.000 erhielten wir folgende Werte auf den Agar-Agar-Platten für Staphylococcus aureus SG 511:

[illegible], 550, 450, 450, [illegible].

Ähnliche Werte ergaben sich auch mit Salmonella typhimurium. Das ergab als Mittelwert 470, d.h. 470 x 10^6 Keime/ml Bouillon. Um eine Einsaat von 50.000 Keimen/ml als Ausgangswert zu bekommen, mußte somit die Anreicherungsbouillon 1 : 1.000 verdünnt werden. Von dieser Verdünnung wurden 1,0 ml zu 9,0 ml des Nahrungsmittels gegeben. In den weiteren Experimenten wurden zur Bestimmung der Keimzahl von den Substraten Verdünnungen 1 : 100 und 1 : 1.000 hergestellt.

c) Durchführung der Experimente

Die unter a) aufgeführten flüssigen Nahrungsmittel, die jeweils mit Salmonellen und Staphylokokken infiziert waren, wurden im Kühlschrank bei + 7° C, + 4° C, + 2° C, in der Tiefkühltruhe um - 10° C und bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Zur Kontrolle wurde außerdem Nährbouillon mit den beiden Bakterienstämmen beimpft und bei denselben Temperaturen gehalten. Der Deckel der Tiefkühltruhe ist 165 cm lang und 73,5 cm breit. Bei dieser Größe kann keine genaue Temperatur in der Tiefkühltruhe angegeben werden, da beim Öffnen ein gewisser Sog von Außenluft in die Tiefkühltruhe eindringt. Da die Untersuchungen unter Bedingungen, wie sie im Haushalt vorliegen, gemacht wurden, können gewisse Temperaturschwankungen in Kauf genommen werden. Im einzelnen wurde folgendermaßen vorgegangen: Die 24 Stunden bebrütete Bouillonkultur wurde so verdünnt, daß 500.000 Keime im ml in der Endverdünnung vorhanden waren. Hiervon wurden 1,0 ml zu 9,0 ml Substrat gegeben, wobei jeder Ansatz bei den verschiedenen Temperaturen doppelt geführt wurde. Für die Tiefkühltruhe wurden jeweils 14 Reagenzgläser vorbereitet. Bei einer Versuchsdauer von 7 Tagen wurden täglich 2 Gläser aus der Truhe genommen und untersucht. Damit entfiel das tägliche Auf- und Einfrieren der Versuchsflüssigkeit, das eine erhebliche Fehlerquelle gewesen wäre, wie

Voruntersuchungen gezeigt haben. Die zur Kontrolle und zum Vergleich dienende Bouillon wurde in gleicher Weise beimpft und im übrigen ebenso behandelt wie die Nahrungsmittel. Nachdem die Ausgangskeimzahl im Nahrungsmittel nach der Beimpfung im Plattengußverfahren bestimmt worden war, wurde das mit Keimen inoculierte Nahrungsmittel und die Kontrollbouillon in den Reagenzgläsern in die vorgesehene Temperatur gebracht. Nach 24 Stunden wurde der Keimgehalt im Nahrungsmittel kontrolliert. Die Auszählung der Agar-Agar-Platten erfolgte 48 Stunden nach Bebrütung bei 37° C. Dasselbe wurde täglich, insgesamt an 6 Tagen, nach der Beimpfung durchgeführt.

3. Ergebnisse

a) Untersuchungen mit Salmonella typhimurium

In den folgenden Tabellen (Tabelle 1 - 5) und Kurven (Abb. 1 - 31) werden die mit Salmonella typhimurium gewonnenen Ergebnisse dargestellt. Um das Verhalten der Keime auch unter den verschiedenen qualitativen Bedingungen des Nahrungsmittels seines ph-Wertes, seines Zuckergehaltes, seines Eiweißgehaltes etc. mit zu berücksichtigen, wurde für jedes Nahrungsmittel auch eine Keimvermehrungskurve bei Zimmertemperatur aufgestellt.

Bei + 7° C (Tab. 1 und Abb. 1 - 6) sieht man ein weitgehend uniformes Verhalten von Salmonella typhimurium in allen untersuchten Nahrungsmitteln. Dies legt nahe, daß die Zusammensetzung der Nahrungsmittel bei + 7° C keinen nennenswerten Einfluß auf das Verhalten der Salmonellen haben kann.

Tabelle 1

Untersuchungsreihen mit Salmonella typhimurium bei + 7° C

	Nahrungsmittel	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
a)	Milch	1 : 100	100	87	87	70	52	35	40
		1 : 100	100	100	100	-	55	36	32
		1 : 1000	100	91	83	70	41	29	-
		1 : 1000	100	102	94	68	60	-	26
		Mittel:	100	95	91	69	52	33	32
b)	Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	108	84	69	54	54	31
		1 : 100	100	96	82	70	44	59	26
		1 : 1000	100	-	87	95	44	58	37
		1 : 1000	100	(120)	88	79	42	46	29
		Mittel:	100	102	85	78	46	54	31
c)	Klare Fleisch-brühe	1 : 100	100	100	83	35	21	27	15
		1 : 100	100	87	62	25	21	18	11
		1 : 1000	100	116	63	43	30	17	15
		1 : 1000	100	(164)	100	41	36	45	17
		Mittel:	100	101	77	36	27	27	17
d)	Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	73	47	23	16	12	8
		1 : 100	100	87	(27)	23	19	12	11
		1 : 1000	100	89	36	25	15	16	10
		1 : 1000	100	82	-	12	12	7	9
		Mittel:	100	83	46	21	16	12	11
e)	Karottensaft	1 : 100	100	91	73	55	36	19	16
		1 : 100	100	(109)	82	45	45	23	17
		1 : 1000	100	102	83	47	49	27	12
		1 : 1000	100	(108)	54	33	33	23	3
		Mittel:	100	97	73	45	41	23	15

Die hier gegebenen Zahlen sind alle auf 100 bezogen, [illegible] Zahl der eingesäten Keime gleich 100 gesetzt ist.

Tabelle 1

	Salmonella typhimurium		bei + 7° C						
	Medium	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
f)	Kontrollversuch mit Bouillon								
	bei Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	79	46	42	23	15	4
		1 : 1000	100	82	57	39	27	16	14
	bei Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	85	71	49	38	32	30
		1 : 1000	100	74	68	27	28	26	(9)
	bei Fleischbrühe	1 : 100	100	100	63	25	-	-	-
		1 : 1000	100	77	56	26	-	-	-
	bei Karotten-saft	1 : 100	100	95	91	82	59	54	46
		1 : 1000	100	66	70	53	39	36	34
		Mittel:	100	82	68	43	36	30	26

Zusammenfassende und vergleichende Darstellung der Durchschnittswerte des Verhaltens von Salmonella typhimurium bei + 7° C in den verschiedenen Nahrungsmitteln.

Nahrungsmittel	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
M i l c h	100	95	91	69	52	33	32
Vanillesauce mit Ei	100	102	82	78	48	34	31
Klare Fleischbrühe	100	101	71	36	27	27	17
Fleischbrühe mit Ei	100	85	68	21	28	12	11
Karottensaft	100	97	73	46	41	23	15
Kontrollversuch	100	82	68	43	36	30	26

Die hier angegebenen Mittelwerte wurden in den folgenden 6 Kurven graphisch festgehalten.

Verhalten von Salmonella typhimurium bei + 7° C, gemessen in 24-stündigem Abstand.

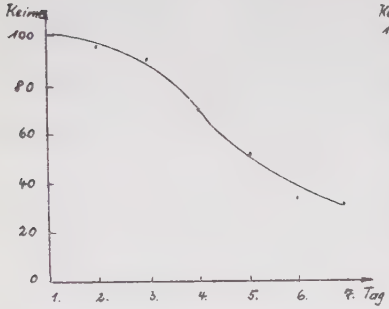


Abb. 1 Milch

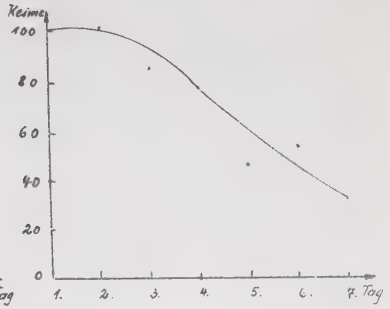


Abb. 2 Vanillesauce mit Ei

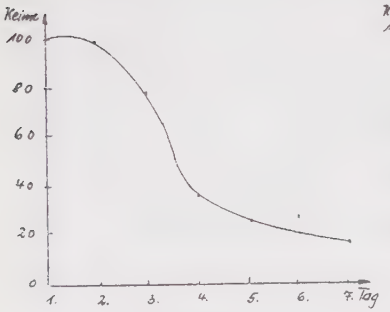


Abb. 3 Klare Fleischbrühe

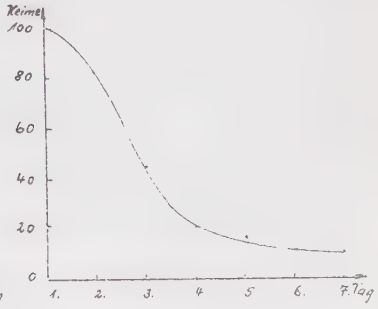


Abb. 4 Fleischbrühe mit Ei

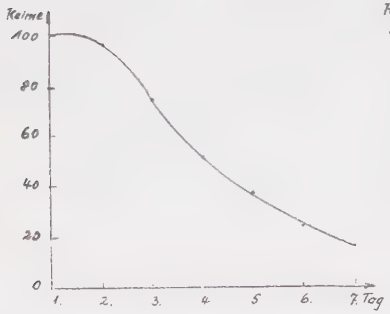


Abb. 5 Karottensaft

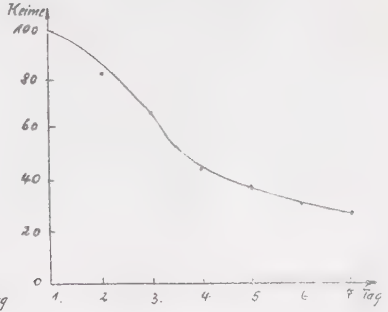


Abb. 6 Kontrollversuch

Daß der saure ph-Wert von 4,5 im Karottensaft besonders bei der Keimabnahme mitspielt, konnte in den Untersuchungen für Salmonella typhimurium nicht festgestellt werden, da die Keimzahl generell stark abnimmt (Vgl. auch dazu die Keimvermehrung im Karottensaft bei Zimmertemperatur Abb. 30 Seite). Lerche und Gram dagegen fanden bei Salmonella typhimurium in Mayonnaise, deren ph bei 4 lag, eine deutliche Keimabnahme. (L e r c h e 1961; G r a m 1957)

Etwa 48 Stunden nach Untersuchungsbeginn ist der Abfall der Keimzahl am deutlichsten. Da bei einer Temperatur von + 7° C im allgemeinen noch eine Keimvermehrung möglich ist kann angenommen werden, daß der von uns verwendete Stamm von Salmonella typhimurium eine gewisse Kälteempfindlichkeit besitzt, allerdings nicht in dem Maße, wie Gonokokken und Meningokokken.

Vom 5. Tag an zeigen die Kurven einen asymptotischen Verlauf zur Koordinate der aufgetragenen Zeit. Da ein linearer Maßstab vorliegt, könnte diese asymptotische Annäherung der Kurven möglicherweise so erklärt werden, daß durch die Temperatur eine rasche Selektion der stärker kälteresistenten Keime stattgefunden hat, so daß ab 5. Tag die Keimzahl durch diese bestimmt ist.

Die bei + 4° C gewonnenen Kurven zeigen insgesamt eine Keimabnahme in allen untersuchten Nahrungsmitteln im Verlauf des sieben Tage dauernden Versuches. Die Unterschiede der einzelnen Kurven sind stärker als im Experiment mit + 7° C. Doch unter sich verglichen ist auch hier wieder zu sehen, daß mit Ausnahme der Fleischbrühe mit Ei, die Kurven 48 Stunden nach Untersuchungsbeginn eine etwa uniforme Verlaufsrichtung einnehmen. Der Abfall der Keime ist von der 48. Stunde an wieder am stärksten. Bei Milch, klarer Fleischbrühe, Vanille-

Tabelle 2

Untersuchungsreihen

mit

Salmonella typhimurium

bei + 4° C

	Nahrungsmittel	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
a)	M i l c h	1 : 100	100	(158)	-	61	61	49	45
		1 : 100	100	100	109	73	73	42	40
		1 : 1000	100	131	136	61	62	44	46
		1 : 1000	100	115	(150)	93	102	50	35
		Mittel:	100	115	123	72	79	46	42
b)	Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	96	115	107	77	65	35
		1 : 100	100	100	107	112	77	62	31
		1 : 1000	100	(140)	111	(146)	83	55	-
		1 : 1000	100	(126)	(126)	101	53	71	40
		Mittel:	100	98	111	107	82	63	35
c)	Klare Fleisch-brühe	1 : 100	100	93	80	35	22	20	21
		1 : 100	100	100	80	40	29	21	20
		1 : 1000	100	126	117	52	40	30	70
		1 : 1000	100	100	76	63	30	15	30
		Mittel:	100	105	88	52	32	21	35
d)	Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	73	40	19	10	13	12
		1 : 100	100	73	37	20	13	11	9
		1 : 1000	100	70	-	-	14	8	9
		1 : 1000	100	74	22	12	10	13	10
		Mittel:	100	73	33	17	12	11	10
e)	Karottensaft	1 : 100	100	91	82	41	45	17	13
		1 : 100	100	83	70	46	35	19	14
		1 : 1000	100	108	100	53	31	21	12
		1 : 1000	100	105	82	40	33	31	-
		Mittel:	100	98	83	45	37	22	13

Tabelle 2

Salmonella typhimurium		bei + 4° C						
		Tag						
Medium	Verdünnung	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
f) Kontrollversuch mit Bouillon								
bei Milch	1 : 100	100	(125)	(114)	71	66	60	66
	1 : 1000	100	(131)	82	45	-	53	39
bei Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	77	69	54	46	35	27
	1 : 1000	100	84	76	70	30	25	13
bei Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	79	68	43	27	13	13
	1 : 1000	100	93	54	47	16	15	9
bei Fleischbrühe	1 : 100	100	67	44	19	14	13	13
	1 : 1000	100	70	24	12	12	7	9
bei Karottensaft	1 : 100	100	91	91	82	64	64	-
	1 : 1000	100	-	(111)	73		68	32
	Mittel:	100	80	64	52	34	35	23

Zusammenfassende und vergleichende Darstellung der Durchschnittswerte des Verhaltens von Salmonella typhimurium bei + 4° C in den verschiedenen Nahrungsmitteln.

Nahrungsmittel	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
M i l c h	100	115	123	72	79	46	42
Vanille mit Ei	100	98	111	107	82	64	35
Klare Fleischbrühe	100	105	88	52	32	28	35
Fleischbrühe mit Ei	100	73	33	17	12	11	10
Karottensaft	100	98	83	45	37	22	13
Kontrollversuch	100	80	64	52	34	35	23

Die hier angegebenen Mittelwerte wurden in den 6 folgenden Kurven graphisch festgehalten.

Verhalten von Salmonella typhimurium bei + 4° C, gemessen in 24-stündigem Abstand.

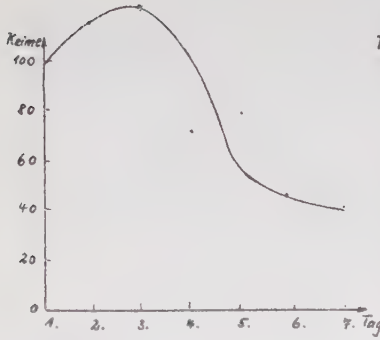


Abb. 7 Milch

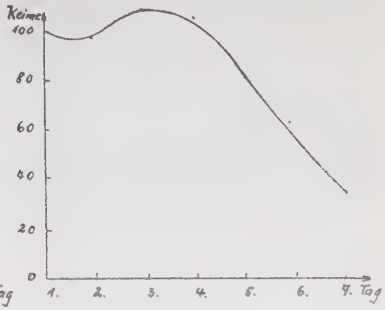


Abb. 8 Vanillesauce mit Ei

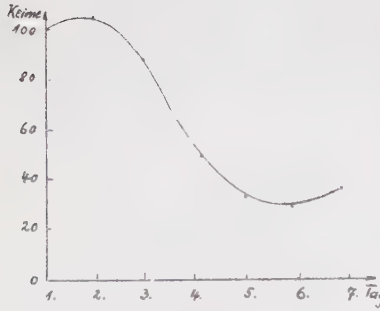


Abb. 9 Klare Fleischbrühe

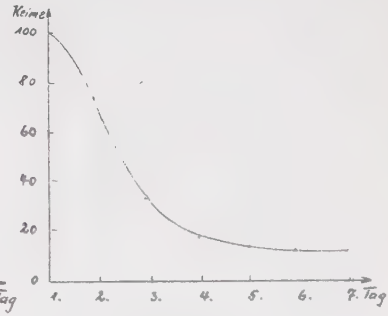


Abb. 10 Fleischbrühe mit Ei

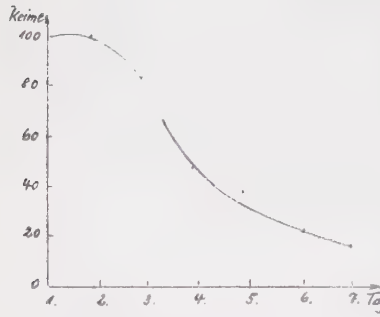


Abb. 11 Karottensaft

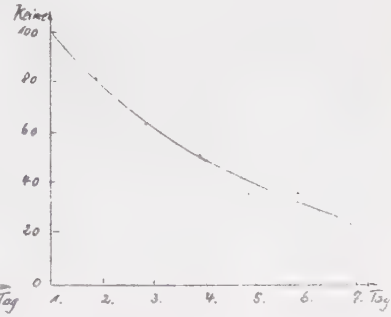


Abb. 12 Kontrollversuch

sauce mit Ei ist am ersten, zweiten oder dritten Tag nach Untersuchungsbeginn eine gleichbleibende, vielleicht mäßig ansteigende Keimzahl zu verzeichnen. Dies ist auch im Versuch mit Karottensaft zu beobachten. Fleischbrühe mit Ei jedoch zeigt einen sofortigen starken Abfall am zweiten Versuchstag um über 20 % der Keimzahl. Dieses abweichende Verhalten scheint nicht durch die Anwesenheit von Eiereiweiß, das sich ja auch in Vanillesauce befindet, bedingt zu sein. Vergleicht man die + 4° C Salmonella typhimurium-Kurven mit denselben bei + 7° C, so sieht man, daß ein signifikanter Unterschied nicht besteht. Die Tendenz zu einer gewissen Stabilität der Keimzahl kurz nach Versuchsbeginn ist bei + 4° C bei Milch, Vanillesauce mit Ei, klarer Fleischbrühe und Karottensaft noch deutlicher als bei + 7° C, während die mit Fleischbrühe mit Ei gewonnenen Kurven bei + 4° C und + 7° C einen gleichwertigen Verlauf zeigen. Wie bei der Temperatur von + 7° C ist, von der Vanillesauce mit Ei abgesehen, die asymptotische Annäherung der Kurven zur Koordinate der aufgetragenen Zeit wieder zu erkennen.

In allen Nahrungsmitteln nimmt der Keimgehalt an Salmonella typhimurium bei + 2° C ab. Der Temperatureinfluß kommt gegenüber den Kurven bei + 7° C in einer [illegible] Linksverschiebung der Kurven zur Geltung. Prinzipiell ändert sich an den charakteristischen Kurvenbildern nichts. Die Keimzahlen in der Milch und in Vanillesauce mit Ei fallen nicht so prompt ab, wie in den übrigen Nahrungsmitteln. Die Tendenz der Konstanz der Keimzahl in den ersten Versuchstagen ist bei der klaren Fleischbrühe und dem Karottensaft nicht mehr zu registrieren. Dagegen fällt in der Milch auch bei diesem Experiment bei + 2° C die Keimzahl nach Versuchsbeginn zunächst nicht ab. Eine Betrachtung der Kurven des Karottensaftes und der Fleischbrühe mit Ei bei den verschiedenen Kühlschranktemperaturen zeigt, daß ein Unter-

Tabelle 3

Untersuchungsreihe
mit

	Salmonella typhimurium		bei + 2° C						
	Nahrungsmittel	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
a)	M i l c h	1 : 100	100	111	128	75	53	38	21
		1 : 100	100	105	126	63	56	37	24
		1 : 1000	100	110	(182)	104	73	43	26
		1 : 1000	100	95	103	72	44	21	9
		Mittel:	100	103	119	78	57	35	20
b)	Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	-	89	74	74	63	37
		1 : 100	100	97	80	100	73	60	30
		1 : 1000	(100)	-	87	98	82	68	40
		1 : 1000	100	(120)	94	90	67	71	24
		Mittel:	100	97	88	90	74	65	33
c)	Klare Fleisch-brühe	1 : 100	100	79	63	27	25	19	13
		1 : 100	100	100	77	35	28	21	17
		1 : 1000	100	62	38	15	21	15	10
		1 : 1000	100	103	47	27	22	22	12
		Mittel:	100	86	56	26	24	19	13
d)	Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	69	41	28	16	14	8
		1 : 100	100	86	47	32	19	16	12
		1 : 1000	100	-	(19)	30	14	11	12
		1 : 1000	100	85	29	(17)	18	18	7
		Mittel:	100	80	39	30	17	15	10
e)	Karottensaft	1 : 100	100	100	73	56	35	14	9
		1 : 100	100	91	73	45	36	14	7
		1 : 1000	100	76	45	30	18	11	3
		1 : 1000	100	111	59	48	39	11	5
		Mittel:	100	95	63	45	32	13	6

Tabelle 3

Salmonella typhimurium		bei + 2° C						
Medium	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
f) Kontrollversuch mit Bouillon								
bei Milch	1 : 100	100	82	100	47	57	43	34
	1 : 1000	100	(137)	-	100	-	37	25
bei Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	96	71	47	37	37	26
	1 : 1000	100	(172)	85	68	64	51	30
bei Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	71	68	44	29	25	22
	1 : 1000	100	88	84	51	29	32	22
bei Fleischbrühe	1 : 100	100	70	59	28	23	17	12
	1 : 1000	100	80	74	43	(51)	17	20
bei Karottensaft	1 : 100	(100)	(100)	(90)	nicht auswertbar			
	1 : 1000	100	88	65	67	50	53	-
	Mittel:	100	82	68	43	36	30	26

Zusammenfassende und vergleichende Darstellung der Durchschnittswerte des Verhaltens von Salmonella typhimurium bei + 2° C in den verschiedenen Nahrungsmitteln.

Nahrungsmittel	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
M i l c h	100	103	119	78	57	35	20
Vanillesauce mit Ei	100	97	88	90	74	65	33
Klare Fleischbrühe	100	86	56	26	24	19	15
Fleischbrühe mit Ei	100	80	39	30	17	15	10
Karottensaft	100	95	63	45	32	13	6
Kontrollversuch	100	82	76	55	43	35	24

Die hier angegebenen Mittelwerte wurden in den folgenden 6 Kurven graphisch festgehalten.

Verhalten von Salmonella typhimurium bei + 2° C, gemessen in 24-stündigem Abstand.

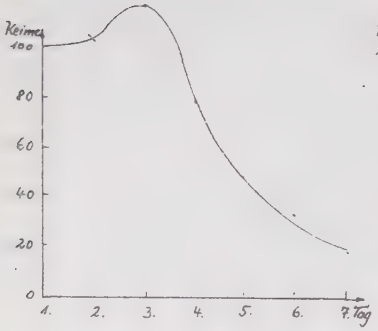


Abb. 13 Milch

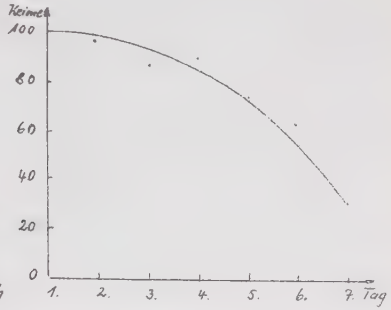


Abb. 14 Vanillesauce mit Ei

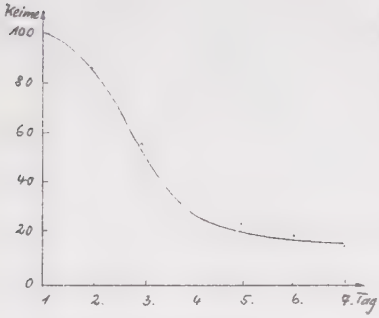


Abb. 15 Klare Fleischbrühe

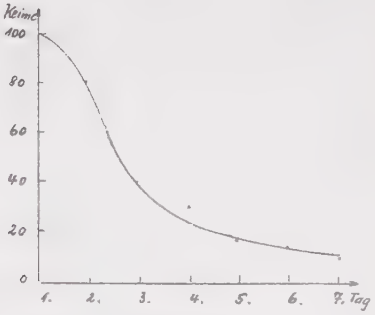


Abb. 16 Fleischbrühe mit Ei

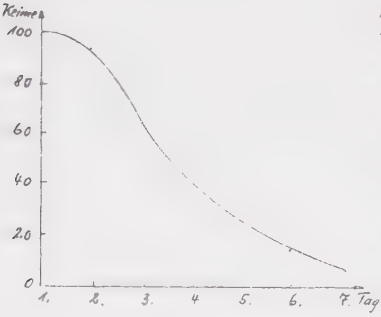


Abb. 17 Karottensaft

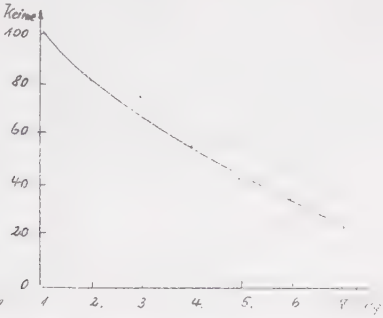


Abb. 18 Kontrollversuch

schied im Verhalten von Salmonella typhimurium bei diesen geringen Temperaturdifferenzen nicht angenommen werden kann.

Bei - 10° C Tiefkühltemperatur fällt die Keimzahl in den untersuchten Nahrungsmitteln rasch ab. Aus den Kurven ist zu ersehen, daß in Milch und in dem mit Milch zubereiteten Nahrungsmittel und der Vanillesauce mit Ei der Keimabfall etwas verlangsamt ist. Erst etwa am 3. Versuchstag wird in diesen Lebensmitteln diejenige Keimzahl erreicht, die bei den übrigen untersuchten Nahrungsmitteln (klarer Fleischbrühe mit Ei, klarer Fleischbrühe, Karottensaft) schon 24 Stunden nach Versuchsbeginn erkennbar ist.

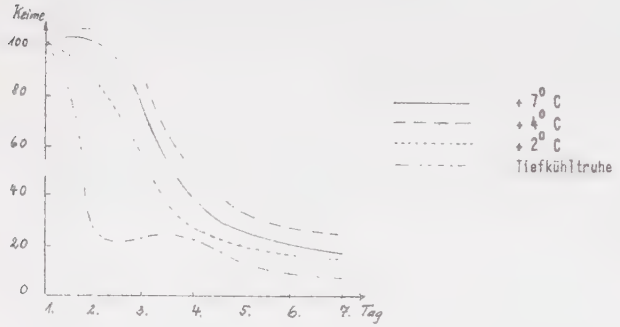


Abb. 25

Abb. 25 zeigt am Beispiel der klaren Fleischbrühe, wie die Kurven von + 7° C über + 4° C, + 2° C bis zur Tiefkühltruhentemperatur hin eine Neigung zu einem hyperbolischen Verlauf haben, wodurch der Temperatureinfluß veranschaulicht wird. Die asymptotische Verlaufsform der Kurve gegenüber der Abszisse der Zeit bei der Tief-

Tabelle 4

Untersuchungsreihe mit Salmonella typhimurium bei Tiefkühltruhe

Nahrungsmittel	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
a) M i l c h	1 : 100	100	100	48	49	26	10	4
	1 : 100	100	88	51	40	22	11	7
	1 : 1000	100	65	20	(36)	11	4	1
	1 : 1000	100	80	20	18	9	7	7
	Mittel:	100	83	35	36	17	8	5
b) Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	88	72	44	40	40	26
	1 : 100	100	81	59	37	26	22	15
	1 : 1000	100	60	34	28	37	32	20
	1 : 1000	100	80	44	27	24	27	16
	Mittel:	100	77	52	34	32	30	19
c) Klare Fleisch-brühe	1 : 100	100	(9)	20	23	11	10	4
	1 : 100	100	36	23	18	7	8	4
	1 : 1000	100	16	21	32			
	1 : 1000	100	23	23	30			
	1 : 10					11	10	6
	1 : 10					10	11	6
	Mittel:	100	25	22	26	10	10	5
d) Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	25	11	(4)	6	(7)	3
	1 : 100	100	22	9	9	8	3	4
	1 : 1000	100	(14)	6	-	8		
	1 : 1000	100	21	5	9	9		
	1 : 10						7	8
	1 : 10						4	(4)
	Mittel:	100	23	8	9	8	3	3
e) Karottensaft	1 : 100	100	25	16	8	(11)	6	
	1 : 100	100	22	-	9	(15)	6	
	1 : 1000	100	26	9	5	3	5	
	1 : 1000	100	22	-	6	4	4	3
	Mittel:	100	24	13	7	4	5	3

Tabelle 4

Salmonella typhimurium bei Tiefkühltruhe

Medium	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
f) Kontrollversuch mit Bouillon								
bei Milch	1 : 100	100	15	1	0+)	0	0	0
	1 : 1000	100	19	0	0	0	0	0
bei Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	45	1	-	-	1	
	1 : 1000	100	1	-	1	-		
	1 : 10						1	
bei Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	18	6	2	1	1	
	1 : 1000	100	12	7	0	2		
	1 : 10						1	
bei Fleischbrühe	1 : 100	100	27	7	7		2	1
	1 : 1000	100	22	3	1			
	1 : 10					3	2	2
bei Karottensaft	1 : 100	100	4	1	2	1	1	
	1 : 1000	100	7	3	3	0	3	0
	Mittel:	100	17	4	3	2	2	1

+) Es wurde ein Anreicherungsmilieu beimpft (einfacher Bouillon). Die Aussaaten nach 24 Stunden auf Endoplatten, die 48 Stunden bebrütet wurden, ergaben vom 4. Versuchstag an kein Wachstum der Keime mehr.

Zusammenfassende und vergleichende Darstellung der Durchschnittswerte des Verhaltens von Salmonella typhimurium bei - 10° C in den verschiedenen Nahrungsmitteln.

Nahrungsmittel	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Milch	100	83	35	36	17	8	5
Vanillesauce mit Ei	100	77	52	34	32	30	19
Klare Fleischbrühe	100	25	22	26	10	10	5
Fleischbrühe mit Ei	100	23	8	9	8	3	3
Karottensaft	100	24	13	7	4	5	3
Kontrollversuch	100	17	4	3	2	2	1

Verhalten von Salmonella typhimurium bei Tiefkühltruhentemperatur, gemessen in 24-stündigem Abstand.

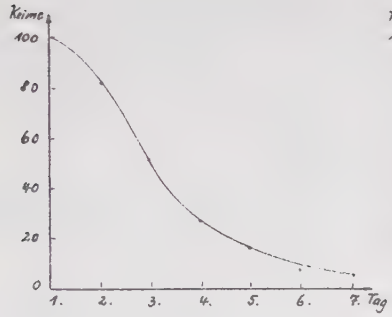


Abb. 19 Milch

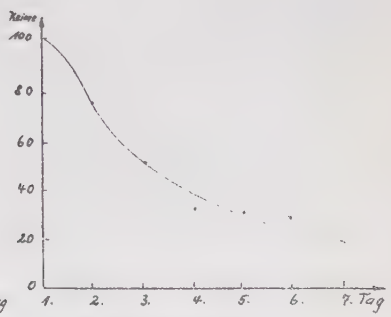


Abb. 20 Vanillesauce mit Ei

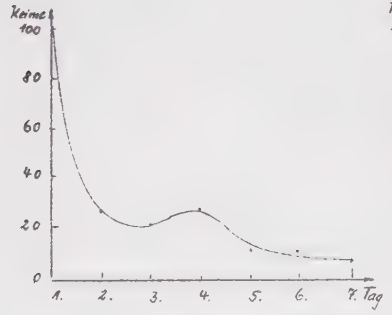


Abb. 21 Klare Fleischbrühe

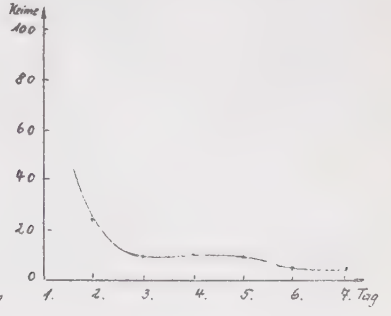


Abb. 22 Fleischbrühe mit Ei

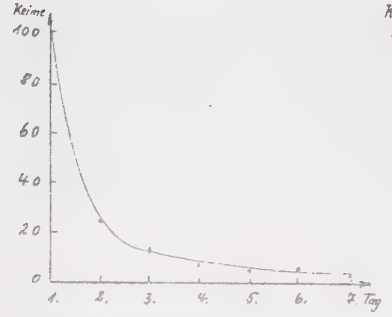


Abb. 23 Vanillesoße

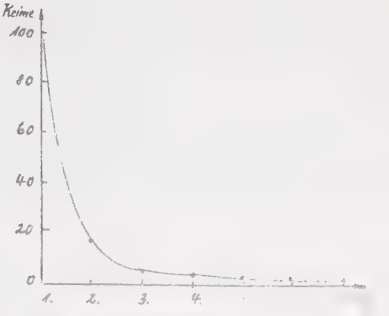


Abb. [illegible]

Tabelle 5

Untersuchungsreihe mit Salmonella typhimurium bei Zimmertemperatur

Nahrungsmittel	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
a) Milch	1 : 100	100	200000					
	1 : 100	-	200000					
	1 : 1000	100	72000	72000	100000	80000	100000	100000
	1 : 1000	100	49000	54000	77000	77000	55000	62000
	1 : 10000				77000	120000		
	1 : 10000				77000			
	Mittel:	10^2	$1 \cdot 10^5$	$6 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$	$8 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^4$
b) Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	oo	oo				
	1 : 1000	100	2700	oo	oo	oo	oo	oo
	1 : 10000				60000	300000	oo	-
	Mittel:	10^2	$3 \cdot 10^3$		$6 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$		
c) Klare Fleischbrühe	1 : 100	100	oo	oo	oo			
	1 : 1000	100	8000	oo	oo	oo	18000	-
	1 : 10000					(210000)		70000
	Mittel:	10^2	$8 \cdot 10^3$				$2 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^3$
d) Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100						
	1 : 1000	100	10800	9000	oo	oo	oo	oo
	1 : 10000		10000	-	-	18000		120000
	Mittel:	10^2	10^4	$9 \cdot 10^3$		$2 \cdot 10^4$		$1 \cdot 10^5$
e) Tomatensaft	1 : 100	100	140	280	3000			
	1 : 1000	100	180	450	4500	6000	18000	18000
	Mittel:	10^2	$1,6 \cdot 10^2$	$3,6 \cdot 10^2$	$3,7 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$

oo soll besagen, daß die Keime zu dicht auf der Agar-Agar-Platte wuchsen, so daß eine Auszählung mit der angewandten Zählmethode nicht zu [illegible] war.

Tabelle 5

Salmonella typhimurium bei Zimmertemperatur

Medium	Verdünnung	1. Tag	2.	3.	4.	5.	6.	7.
f) Kontrollversuch mit Bouillon								
bei Milch	1 : 100	100	22000	oo				
	1 : 1000	100	11000	110000	110000	oo	oo	
	1 : 10000				170000	-		
bei Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	(480)	oo				
	1 : 1000	100	(450)	oo	oo		oo	oo
	1 : 10000				7600		oo	
bei Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	13600					
	1 : 1000	100	1500		20000	oo	oo	oo
	1 : 10000			(1200)	20000		oo	oo
bei Fleischbrühe	1 : 100		oo	oo	oo			
	1 : 1000	100	9000	oo	oo	oo	oo	oo
	1 : 10000					160000		
bei Karottensaft	1 : 100	100		oo		oo		
	1 : 1000	100	4800			oo		
	Mittel:	102	$2 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$	$1{,}6 \cdot 10^5$		

Zusammenfassende und vergleichende Darstellung der Durchschnittswerte des Verhaltens von Salmonella typhimurium bei Zimmertemperatur in den verschiedenen Nahrungsmitteln.

Nahrungsmittel	1. Tag	2.	3.	4.	5.	6.	7.
M i l c h	10^2	10^5	$6 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$	$8 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^4$
Vanillesauce mit Ei	10^2	$3 \cdot 10^3$		$6 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$		
Klare Fleischbrühe	10^2	$8 \cdot 10^3$				$2 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^3$
Fleischbrühe mit Ei	10^2	10^4	$9 \cdot 10^3$		$2 \cdot 10^4$		10^5
Karottensaft	10^2	$1{,}6 \cdot 10^2$	$3{,}6 \cdot 10^2$	$3{,}7 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$	$18 \cdot 10^3$	$18 \cdot 10^3$
Kontrollversuch	10^2	$2 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$	$1{,}6 \cdot 10^5$		

Verhalten von Salmonella typhimurium bei Zimmertemperatur, gemessen in 24-stündiges Abstand.

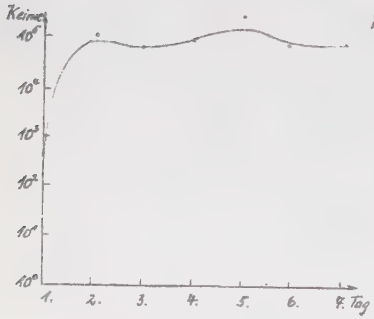


Abb. 26 Milch

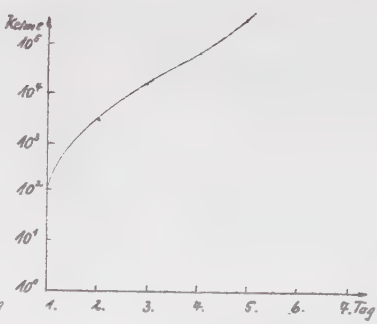


Abb. 27 Vanillesauce mit Ei

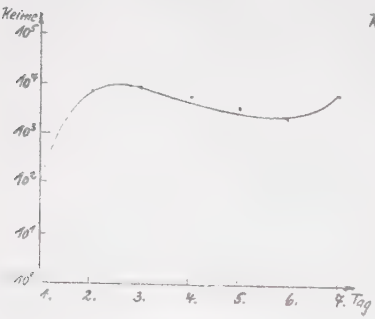


Abb. 28 Klare Fleischbrühe

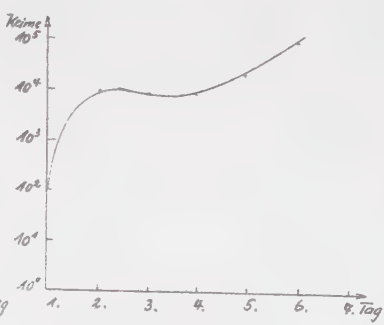


Abb. 29 Fleischbrühe mit Ei

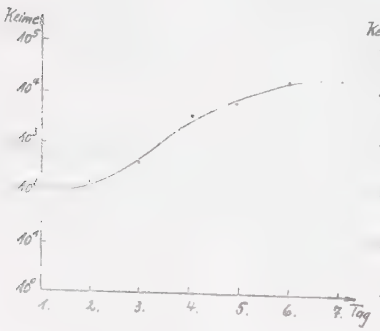


Abb. 30 Karottensaft

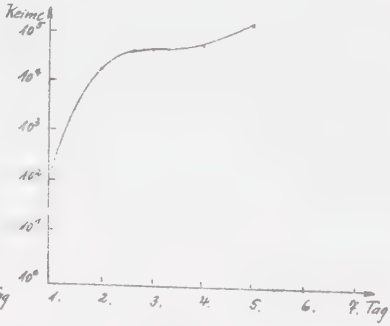


Abb. 31 Kontrollversuch

kühltruhentemperatur wird schon vor dem fünften Tag erreicht, was bei den Kühlschranktemperaturen nicht der Fall war. Dies ist ein deutlicher Temperatureffekt und ein weiterer Hinweis für die Kälteempfindlichkeit von Salmonella typhimurium.

Die bei Zimmertemperatur durchgeführten Experimente sollten den Einfluß der Zusammensetzung des Nahrungsmittels auf die Keimvermehrung zeigen. Falls sich z.B. bei Zimmertemperatur schon eine Abnahme der Keime im Lebensmittel gezeigt hätte, könnte die Keimabnahme bei Temperaturen des Kühlschranks und der Tiefkühltruhe nicht nur auf die niedere Temperatur bezogen werden, sondern es müßten der ph-Wert (L e r c h e 1961) oder andere Bedingungen im Nahrungsmittel für den Keimabfall verantwortlich gemacht werden. Da dies in keinem unserer Experimente zutraf, sind die Kurven bei Zimmertemperatur ein Hinweis darauf, daß der Abfall der Keimzahlen auf die tiefen Temperaturen zurückzuführen ist.

b) Untersuchungen mit Staphylococcus aureus SG 511

In den weiteren Tabellen (Tabelle 6 - 10) und Kurven (Abb. 32 - 62) wird das Verhalten von Staphylococcus aureus SG 511 in den verschiedenen Nahrungsmitteln und den entsprechenden Temperaturen dargestellt.

Bei + 7° C bleibt die Zahl der Staphylokokken in den untersuchten Nahrungsmitteln im wesentlichen konstant. Hiervon weicht nur der Karottensaft stark ab, in dem es zu einem gleichmäßig raschen Abfall der Bakterien bis zum 3. Tag nach Versuchsbeginn kommt. Die folgenden Versuchstage zeigen einen asymptotischen Verlauf zur Koordinate der Zeit. Wenn diese Ergebnisse mit dem Verhalten der Keime in den anderen Lebensmitteln verglichen

Tabelle 6

Untersuchungsreihen mit Staph.aureus haem. SG 511 bei + 7° C

Nahrungsmittel	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
a) M i l c h	1 : 100	100	120	150	120	120	120	110
	1 : 100	100	100	182	136	127	100	91
	1 : 1000	100	142	115	74	90	73	69
	1 : 1000	-	(194)	128	100	101	70	66
	Mittel:	100	120	144	107	108	91	84
b) Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	115	125	95	95	93	100
	1 : 100	100	107	117	97	95	95	100
	1 : 1000	100	109	112	85	88	102	98
	1 : 1000	100	104	115	102	91	94	112
	Mittel:	100	106	117	95	92	96	102
c) Klare Fleisch-brühe	1 : 100	100	132	136	172	127	132	136
	1 : 100	100	140	150	(190)	(190)	(150)	(150)
	1 : 1000	100	126	148	114	129	118	101
	1 : 1000	100	128	146	146	(200)	145	110
	Mittel:	100	131	145	144	130	131	115
d) Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	97	100	84	84	85	87
	1 : 100	100	113	93	92	83	80	86
	1 : 1000	100	110	119	105	97	102	118
	1 : 1000	100	105	89	88	74	80	83
	Mittel:	100	106	100	92	85	87	93
e) Karottensaft	1 : 100	100	82	50	-	3	6	3
	1 : 100	100	68	51	-	11	5	4
	1 : 1000	100	79	46	10	4	10	6
	1 : 1000	100	92	52	7	7	7	6
	Mittel:	100	89	49	9	6	7	5

Tabelle 6

Staph.aureus SG 511 bei + 7° C

Medium	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
f) Kontrollversuch mit Bouillon								
bei Milch	1 : 100	100	100	110	100	80	70	55
	1 : 1000	100	(156)	170	133	55	41	45
bei Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	91	125	86	91	91	77
	1 : 1000	100	136	114	80	105	99	78
bei Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	98	107	80	85	70	70
	1 : 1000	100	97	86	(102)	67	73	53
bei Fleischbrühe	1 : 100	100	126	100	130	113	117	113
	1 : 1000	100	142	127	141	93	100	95
	Mittel:	100	114	117	109	86	83	73

Zusammenfassende und vergleichende Darstellung der Durchschnittswerte des Verhaltens von Staphylococcus aureus SG 511 bei + 7° C in den verschiedenen Nahrungsmitteln.

Nahrungsmittel	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Milch	100	120	144	107	108	91	84
Vanillesauce mit Ei	100	106	117	95	92	96	102
Klare Fleischbrühe	100	131	145	144	130	131	115
Fleischbrühe mit Ei	100	106	100	92	85	87	93
Karottensaft	100	69	49	9	6	7	5
Kontrollversuch	100	114	117	109	86	83	73

Die hier angegebenen Mittelwerte wurden in den 6 folgenden Kurven graphisch festgehalten.

Verhalten von Staphylococcus aureus haemolyticus SG 511 bei + 7° C, gemessen in 24-stündigem Abstand.

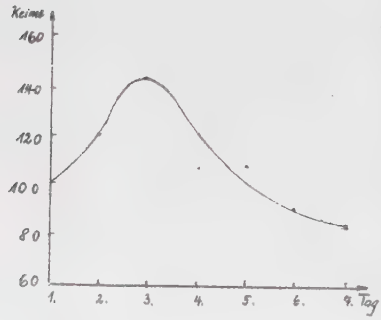


Abb. 32 Milch

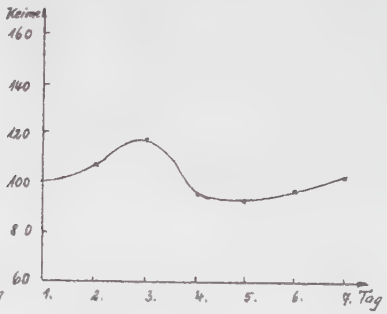


Abb. 33 Vanillesauce mit Ei

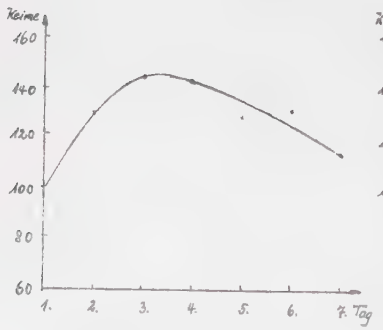


Abb. 34 Klare Fleischbrühe

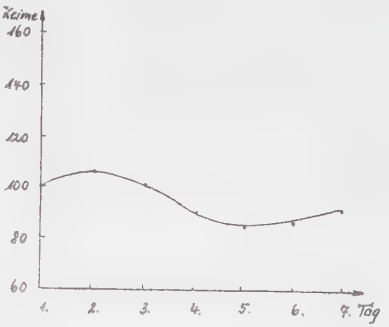


Abb. 35 Fleischbrühe mit Ei

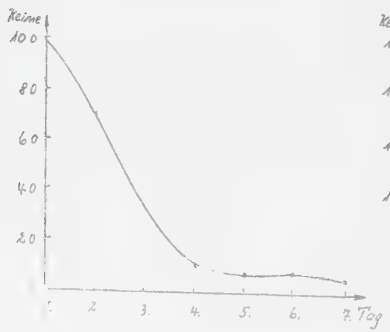


Abb. 36 Karottensaft

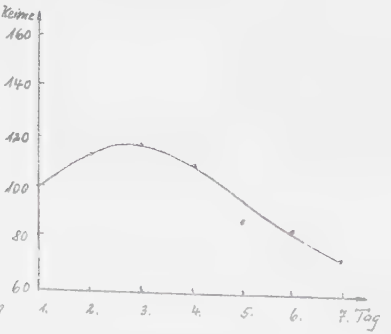


Abb. 37 Kontrollversuch

werden, so kann das abweichende Verhalten nicht allein durch die Einwirkung der Temperatur von + 7° C erklärt werden. Vielmehr scheint dies durch die Zusammensetzung des Karottensaftes, der ein schlechtes Medium für Staphylokokken ist, bedingt zu sein. Auch Gram wies ein phabhängiges Verhalten des Staphylococcus haemolyticus in Mayonnaise nach (G r a m 1957). Ob der leichte Keimanstieg in Milch, Vanillesauce mit Ei, Fleischbrühe mit Ei als eine Vermehrung anzusehen ist, oder innerhalb des Streuungsbereiches bei effektiv konstant bleibender Keimzahl liegt, ist fraglich.

Bei + 4° C hat jede Kurve einen ihr eigenen Verlauf. Staphylokokken in Milch zeigen das schon anfänglich bei + 7° C angeführte charakteristische Bild, um dann aber stärker abzufallen. Y o t i s und T h e o d o r o (1957) fanden bei + 4° C bei keiner der Bakterienarten, die für gewöhnlich in der Milch vorkommen, innerhalb von 6 Stunden weder eine meßbare Vermehrung noch einen Abfall. Dagegen kann die Kurve der Staphylokokken in der Vanillesauce mit Ei bei + 4° C in Kongruenz mit derjenigen bei + 7° C gebracht werden. Die Bakterienzahl bleibt von der Ausgangs-Keimzahl ab konstant. In unserer Untersuchung vermehren sich die Staphylokokken in der Fleischbrühe bei + 4° C bis einschließlich 3. Tag nach Versuchsbeginn, um in den restlichen Versuchstagen zu fallen und sich am Ende der Untersuchungstage wieder der anfänglichen Keimzahl zu nähern. Ein Vergleich mit der Kurve des Kontrollversuches derselben Temperatur in Nährbouillon deutet darauf hin, daß die klare Fleischbrühe ein besseres Medium als die verwendete einfache Bouillon (kein Traubenzuckerbouillon) für Staphylokokken darstellt. Allerdings streuen die Einzelwerte des Kontrollversuches in einem weiten Bereich, so daß eine sichere Aussage über ein gesetzesmäßiges Keimverhalten nicht gemacht werden kann. Beim Kontrollversuch ist nach anfänglicher Keim-

Tabelle 7

Untersuchungsreihe

mit

Staph.aureus haem. SG 511 bei + 4° C

Nahrungsmittel	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
a) M i l c h	1 : 100	100	107	130	94	61	45	32
	1 : 100	100	100	130	80	60	50	32
	1 : 1000	100	78	128	-	63	31	28
	1 : 1000	100	150	(200)	-	83	50	50
	Mittel:	100	109	129	87	89	44	36
b) Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	103	110	100	95	90	105
	1 : 100	100	110	110	105	85	85	100
	1 : 1000	100	99	111	108	(117)	89	111
	1 : 1000	100	88	124	108	96	119	102
	Mittel:	100	100	114	105	92	96	105
c) Klare Fleisch-brühe	1 : 100	100	100	137	150	125	104	100
	1 : 100	100	120	130	(170)	150	130	135
	1 : 1000	100	96	184	167	113	98	112
	1 : 1000	100	124	148	156	135	117	138
	Mittel:	100	110	149	157	130	112	121
d) Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	87	85	71	82	77	65
	1 : 100	100	87	103	85	80	90	75
	1 : 1000	100	104	78	86	80	98	70
	1 : 1000	100	87	104	65	58	85	73
	Mittel:	100	91	92	77	75	87	71
e) Karottensaft	1 : 100	100	68	39	11	6	3	1
	1 : 100	100	70	29	7	5	2	2
	1 : 1000	100	60	43	8	7	5	5
	1 : 1000	100	47	(12)	(2)	5	5	3
	Mittel:	100	61	37	9	6	4	3

Tabelle 7

Staph.aureus haem. SG 511 — bei + 4° C

Medium	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
f) Kontrollversuch mit Bouillon+								
bei Milch	1 : 100	100	109	97	75	49	31	18
	1 : 1000	100	78	82	-	52	33	(7)
bei Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	105	103	97	105	89	76
	1 : 1000	100	110	97	73	79	78	70
bei Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	82	(70)	70	59	63	62
	1 : 1000	100	74	78	55	53	57	50
bei Fleischbrühe	1 : 100	100	117	87	125	104	100	108
	1 : 1000	100	(144)	127	140	120	82	104
bei Karottensaft	1 : 100	100	90	85	(20)	50	54	43
	1 : 1000	100	66	61	(15)	48	48	40
	Mittel:	100	98	91	91	72	64	58

+Die gelegentlich zu beobachtende Streuung kann darauf zurückgeführt werden, daß auch durch kräftiges Schütteln der Suspensionen nicht alle Bakterienklümpchen auseinandergesprengt werden.

Durchschnittswerte dieser Versuchsreihe in vergleichender Darstellung.

Nahrungsmittel	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
M i l c h	100	109	129	87	89	44	36
Vanillesauce mit Ei	100	100	114	105	92	96	105
Klare Fleischbrühe	100	110	149	160	130	112	121
Fleischbrühe mit Ei	100	91	92	77	75	87	71
Karottensaft	100	61	37	9	6	4	3
Kontrollversuch	100	98	91	91	72	64	58

Verhalten von Staphylococcus aureus haemolyticus SG 511 bei + 4° C, gemessen in 24-stündigem Abstand.

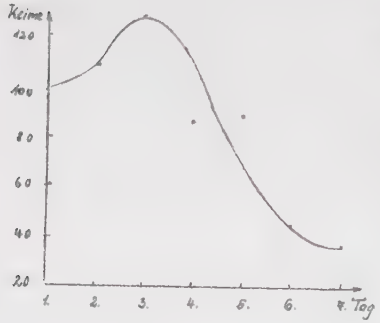


Abb. 38 Milch

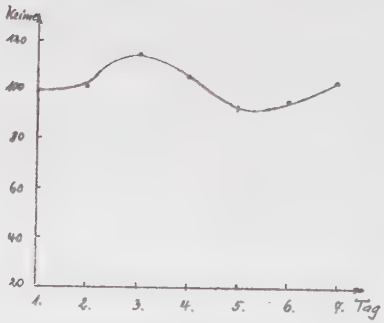


Abb. 39 Vanillesauce mit Ei

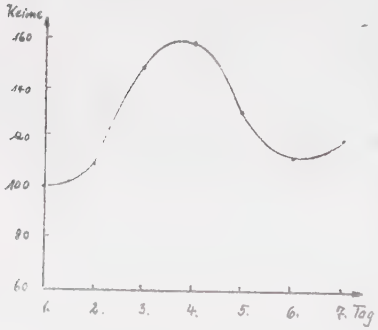


Abb. 40 Klare Fleischbrühe

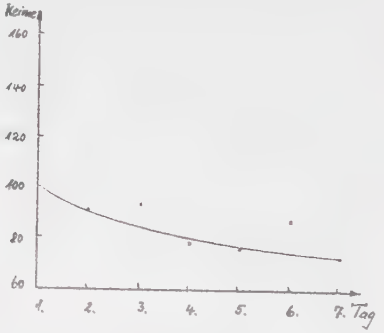
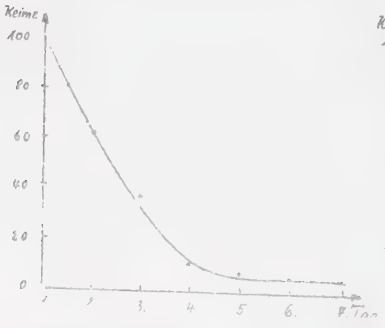


Abb. 41 Fleischbrühe mit Ei



Karottensaft

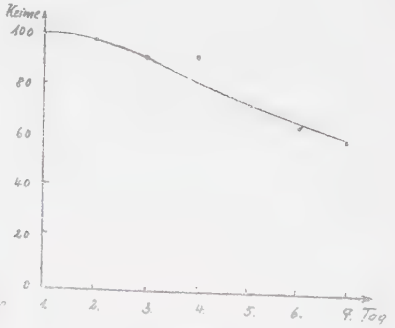


Abb. 43 Kontrollversuch

zahlenkonstanz ein zwischen dem 3. und 4. Tag beginnender Keimabfall bis zum 7. Tag deutlich.

Fleischbrühe mit Ei: Ein leichter Kurvenknick am 3. Tag spricht für eine gewisse Verlangsamung im zahlenmäßigen Rückgang der Bakterien. Sonst fällt die Kurve, wenn auch mäßig, so doch stetig, ab.

Die Kurve der Untersuchung mit Karottensaft bei + 4° C ist mit derjenigen bei + 7° C zur Deckung zu bringen. Es gibt keinen Anhalt dafür, daß der Temperaturunterschied von 3° C modifizierend auf das Kurvenbild eingewirkt hätte.

Staphylococcus aureus SG 511 zeigt bei + 2° C in den untersuchten Nahrungsmitteln eine durch alle Kurven zu erkennende mehr oder weniger starke Abnahme. Eine Vermehrungstendenz an den ersten 3 Versuchstagen zeigen die Kurven bei Milch und klarer Fleischbrühe. Nach diesem Zeitpunkt fallen auch diese beiden Kurven rasch und gleichmäßig ab.

Bei Vanillesauce mit Ei und beim Kontrollversuch ist das Verharren auf der Ausgangskeimzahl bis zum 3. Tag deutlich zu erkennen, weniger bei Fleischbrühe mit Ei. Alle 3 Kurven nehmen in der Keimzahl bis zum 7. Versuchstag um 40 % ab, wenn auch in verschiedenen Kurvenbildern. Fleischbrühe mit Ei hat nach dem 3. Versuchstag den größten Abfall und läuft vom 4. bis zum 7. Tag zwischen ± 10 % differierend zum Endwert aus. Vanillesauce mit Ei fällt in annähernd gleichen Tagesquoten zum Wert des 7. Tages ab. Der bereits beschriebene typische Verlauf der Kurve des Karottensaftes ist auch bei + 2° C zu finden.

Durch einen Vergleich der bei verschiedenen Kühlschranktemperaturen erhaltenen Kurven der Untersuchung mit Karottensaft kann lediglich eine geringe Linksverschiebung festgestellt werden, die jedoch nur mit Vorbehalt auf einen Temperatureinfluß zurückgeführt werden kann. Die asymptotische Anschmiegung der Kurven an die Zeitkoordinate erfolgt vom 4. Versuchstag ab.

Tabelle 8

Untersuchungsreihen

mit

Staph.aureus haem. SG 511

bei + 2° C

Nahrungsmittel	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
a) Milch	1 : 100	100	100	123	86	75	60	39
	1 : 100	100	100	120	98	71	60	40
	1 : 1000	100	111	(167)	-	48	44	52
	1 : 1000	100	92	115	-	96	73	35
	Mittel:	100	101	119	92	73	59	42
b) Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	113	100	85	90	88	78
	1 : 100	100	100	100	85	98	100	78
	1 : 1000	100	77	85	59	70	84	50
	1 : 1000	100	106	108	80	(113)	85	59
	Mittel:	100	99	98	77	86	89	66
c) Klare Fleisch-brühe	1 : 100	100	95	123	114	91	73	59
	1 : 100	100	104	113	104	83	69	61
	1 : 1000	100	114	(149)	149	85	91	89
	1 : 1000	100	94	135	125	87	80	66
	Mittel:	100	102	127	123	87	76	69
d) Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	91	82	55	55	55	55
	1 : 100	100	110	100	60	55	-	60
	1 : 1000	100	-	(56)	72	75	67	60
	1 : 1000	100	-	93	69	62	75	-
	Mittel:	100	100	92	64	62	65	58
e) Karottensaft	1 : 100	100	64	34	2	1	2	1
	1 : 100	100	42	33	0	2	1	0
	1 : 1000	100	86	45	0	0	7	3
	1 : 1000	100	53	33	2	2	4	0
	Mittel:	100	61	30	2	2	3	2

Tabelle 8

Staph.aureus SG 511 bei + 2° C

Medium	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
f) Kontrollversuch mit Bouillon								
bei Milch	1 : 100	100	128	132	88	90	81	58
	1 : 1000	100	114	110	-	81	95	52
bei Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	97	95	87	87	87	82
	1 : 1000	100	138	121	124	92	114	100
bei Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	107	(104)	86	79	73	68
	1 : 1000	100	93	95	74	64	70	57
bei Fleischbrühe	1 : 100	100	92	108	116	83	91	83
	1 : 1000	100	71	85	107	72	69	57
bei Karottensaft	1 : 100	100	92	75	(29)	33	33	33
	1 : 1000	100	85	72	(15)	(21)	33	28
	Mittel:	100	102	99	97	75	74	62

Zusammenfassende und vergleichende Darstellung der Durchschnittswerte des Verhaltens von Staphylococcus aureus SG 511 bei + 2° C in den verschiedenen Nahrungsmitteln.

Nahrungsmittel	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
M i l c h	100	101	131	92	73	59	42
Vanillesauce mit Ei	100	99	98	77	86	89	66
Klare Fleischbrühe	100	102	123	123	87	78	69
Fleischbrühe mit Ei	100	100	92	64	62	65	58
Karottensaft	100	61	36	2	2	3	2
Kontrollversuch	100	102	99	97	76	75	62

Die hier angegebenen Mittelwerte wurden in den 6 folgenden Kurven graphisch festgehalten.

Verhalten von Staphylococcus aureus haemolyticus SG 511 bei + 2° C, gemessen in 24-stündigem Abstand

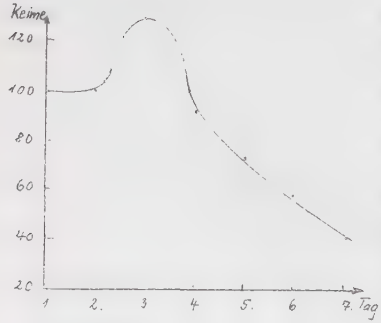


Abb. 44 Milch

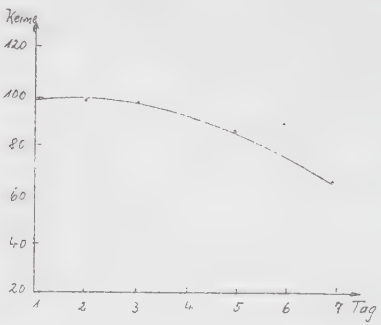


Abb. 45 Vanillesauce mit Ei

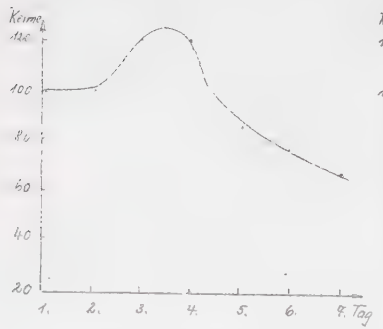


Abb. 46 Klare Fleischbrühe

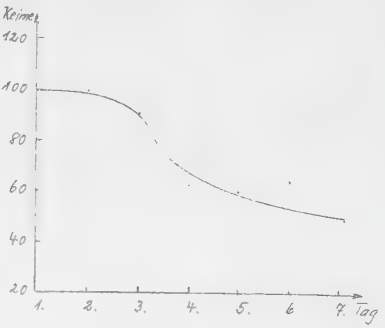


Abb. 47 Fleischbrühe mit Ei

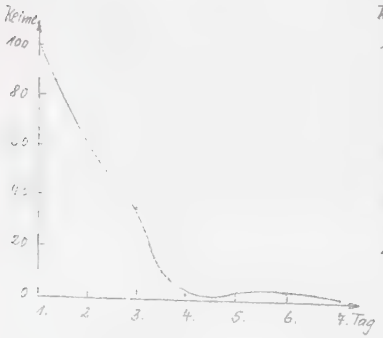


Abb. 48 Karottensaft

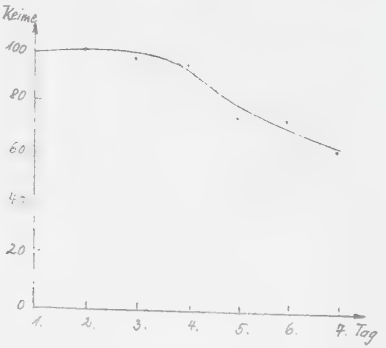


Abb. 49 Kontrollversuch

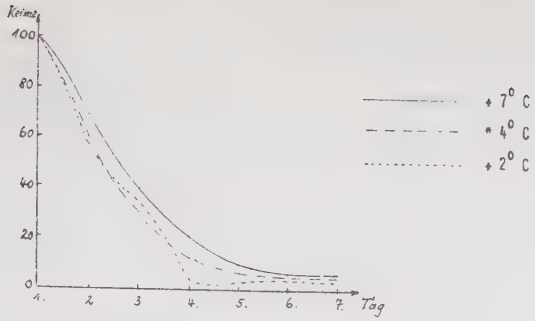


Abb. 50 Staphylococcus aureus SG 511 in Karottensaft bei verschiedenen Kühlschranktemperaturen.

Sämtliche 6 dargestellten Kurven, die bei der Temperatur der Tiefkühltruhe gewonnen wurden, haben fallenden Verlauf mit dem Tiefpunkt meist am 7. Tag. Aus dem Kurvenbild ist bei Vanillesauce mit Ei und hier besonders stark bei klarer Fleischbrühe und dem Kontrollversuch nicht eindeutig zu ersehen, ob es sich um einen Keimabfall oder um ein Gleichbleiben der Keimzahl handelt. Eine Keimvermehrung kommt nicht in Betracht. Nur von Hefe und Schimmelpilzen ist bekannt, daß sie bei etwa - 10° C noch ein gewisses Wachstum zeigen.

Unter Berücksichtigung der Fehlerbreite der Methode verhalten sich die Kurven der einfachen Nährbouillon und der klaren Fleischbrühe ähnlich. Wie schon bei der Besprechung der bei + 4° C gewonnenen Kurven hingewiesen wurde, ist klare Fleischbrühe ein etwa gleich gutes Medium für Staphylococcus aureus SG 511 wie die übliche Nährbouillon.

Die Kurve der Untersuchung mit Milch zeigt nach anfänglichem etwa 48-stündigem Gleichbleiben der Keimzahl einen fast gleichförmigen Abfall in den folgenden Tagen.

Die Fleischbrühe mit Ei läßt den Effekt der Keimzahlkonstanz in den ersten 3 Tagen nicht mehr erkennen. Die Keimzahl fällt annähernd linear während aller Versuchstage.

Tabelle 9

Untersuchungsreihe

mit

Staph.aureus haem. SG 511

bei Tiefkühltruhe

Nahrungsmittel	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
a) Milch	1 : 100	100	100	80	-	65	60	60
	1 : 100	100	105	95	74	74	53	-
	1 : 1000	100	(70)	-	(47)	-	53	65
	1 : 1000	100	74	93	65	91	46	74
	Mittel:	100	93	89	69	77	53	66
b) Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	121	115	89	79	94	92
	1 : 100	100	(90)	113	81	76	86	86
	1 : 1000	100	102	98	85	86	93	(106)
	1 : 1000	100	96	119	(67)	78	(104)	94
	Mittel:	100	103	111	85	80	91	90
c) Klare Fleischbrühe	1 : 100	100	101	85	97	(81)	97	101
	1 : 100	100	92	77	92	88	92	92
	1 : 1000	100	85	81	90	88	63	72
	1 : 1000	100	100	71	(122)	88	76	67
	Mittel:	100	95	79	93	88	82	83
d) Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	80	80	(60)	50	50	55
	1 : 100	100	80	90	80	60	40	50
	1 : 1000	100	68	66	(46)	41	32	48
	1 : 1000	100	65	(58)	71	64	49	58
	Mittel:	100	76	78	75	54	43	53
e) Karottensaft	1 : 100	100	28	23	(4)	11	11	[illegible]
	1 : 100	100	51	37	(4)	16	20	5
	1 : 1000	100	16	13	0	(4)	6	4
	1 : 1000	100	28	-	(6)	0	10	0
	Mittel:	100	31	24	(5)	10	[illegible]	5

Tabelle 9

Staph.aureus SG 511		bei Tiefkühltruhe						
Medium	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
f) Kontrollversuch mit Bouillon								
bei Milch	1 : 100	100	118	(220)	100	(140)	71	82
	1 : 1000	100	(180)	(260)	116	(208)	100	102
bei Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	118	118	97	88	88	59
	1 : 1000	100	97	115	90	87	85	(49)
bei Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	103	105	91	85	91	96
	1 : 1000	100	108	122	127	128	(133)	(132)
bei Fleisch-brühe	1 : 100	100	108	81	90	100	108	92
	1 : 1000	100	98	85	87	74	110	108
Karottensaft	1 : 100	100	100	(69)	(27)	69	65	-
	1 : 1000	100	73	70	(31)	(62)	82	(50)
	Mittel:	100	101	99	101	90	80	89

Zusammenfassende und vergleichende Darstellung der Durchschnittswerte des Verhaltens von Staphylococcus aureus SG 511 in der Tiefkühltruhe in den verschiedenen Nahrungsmitteln.

Nahrungsmittel	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
M i l c h	100	93	89	69	77	53	66
Vanillesauce mit Ei	100	103	111	85	80	91	90
Klare Fleischbrühe	100	95	79	93	88	82	83
Fleischbrühe mit Ei	100	76	78	75	54	43	53
Karottensaft	100	31	24	(5)	10	12	5
Kontrollversuch	100	101	99	101	90	80	89

Die hier angegebenen Mittelwerte wurden in den 6 folgenden Kurven graphisch dargestellt.

Verhalten von Staphylococcus aureus haemolyticus SG 511 bei Tiefkühltruhentemperatur, gemessen in 24-stündigem Abstand.

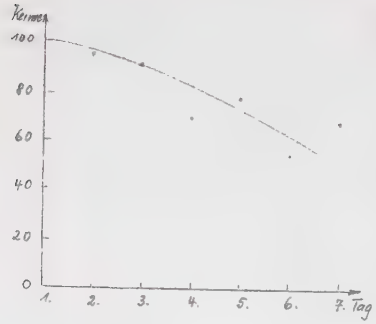


Abb. 51 Milch

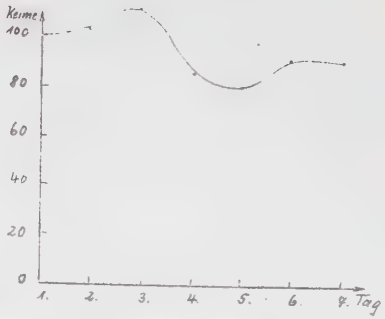


Abb. 52 Vanillesauce mit Ei

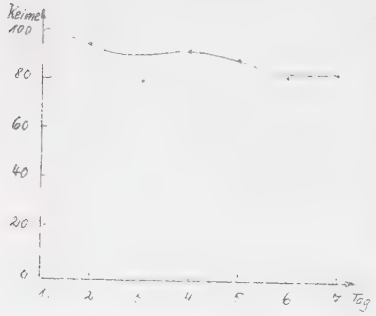


Abb. 53 Klare Fleischbrühe

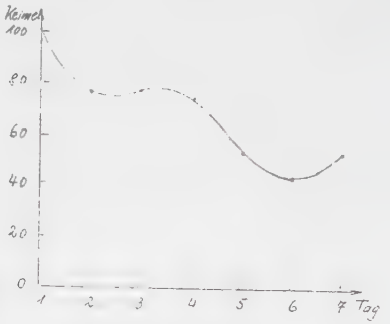


Abb. 54 Fleischbrühe mit Ei

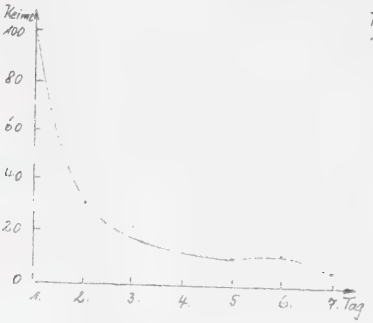


Abb. 55 Karottensaft

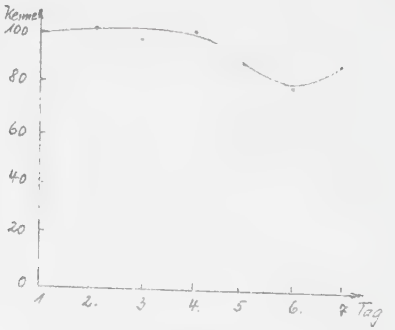


Abb. 56 Kontrollversuch

Die Abnahme der Staphylokokken im Karottensaft in der Tiefkühltruhe ist rapide. Der größte Abfall ist bereits in den ersten 24 Stunden nach Versuchsbeginn. Vom 2. Versuchstag ab nähert sich die Kurve asymptotisch der Zeitabszisse. Im Vergleich mit dem Verhalten der Staphylokokken im Karottensaft bei Kühlschrank-Temperaturen sieht man nun eine deutliche Temperatur-Einwirkung durch eine Linksverschiebung der Kurve. Dies wird aus den Punkten der asymptotischen Annäherung an die Zeitkoordinate ersichtlich.

Daß in unserem Versuch der Temperatur-Einfluß an erster Stelle bestimmend für die erhaltenen Kurvenwerte war und nicht nahrungsmittelbedingte Faktoren, soll durch die Kontrollkurven bei Zimmertemperatur, vergleichend zur Temperatur im Kühlschrank und in der Tiefkühltruhe, gezeigt werden. J e n s e n stellte fest, daß der Temperaturbereich für die Vermehrung der Bakterien, die als Nahrungsmittelvergifter infrage kommen, insbesondere für Staphylokokken zwischen 10° C und 49° C liegt. Die schnellste Vermehrung erfolgt im Temperaturbereich von 22° C bis 46° C (B l a c k und L e w i s 1948).

In Milch zeigt Staphylococcus aureus haemolyticus SG 511 nach einer relativen schwachen und auch nicht lang andauernden Vermehrungsphase eine Konstanz der Keimzahl.

Vanillesauce mit Ei zeigt als Milchspeise weitgehend das für Milch geschilderte Verhalten. Im Bereich der Keimzahlkonstanz liegen die gefundenen Werte etwas höher als bei der Kurve der Milch. Beide Kurven zeigen bis zum 3. Tag nach Versuchsbeginn eine Bakterienvermehrung.

Klare Fleischbrühe zeigt im ganzen Kurvenbereich eine stetig zunehmende Keimvermehrung. In diesem Medium war die stärkste Vermehrung der Staphylokokken festzustellen. Auch hier zeigt sich die Fleischbrühe als günstigeres Medium als die einfache Bouillon.

Tabelle 10

Untersuchungsreihe

mit

Staph.aureus haem. SG 511

bei Zimmertemperatur

Nahrungsmittel	Verdünnung	Tag 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
a) M i l c h	1 : 100	100	245	690				
	1 : 1000	100	360	580	1170	890	660	500
	1 : 10000				930	-	560	670
	Mittel:	100	303	635	1050	890	645	645
b) Vanillesauce	1 : 100	100	27	oo	oo	oo	oo	oo
	1 : 1000	100	180	820	10600	15000	19000	62000
	Mittel:	100	230	820	10600	15000	19000	62000
c) Klare Fleisch-brühe	1 : 100	100	1140					
	1 : 1000	100	1950			10^5	$4 \cdot 10^6$	
	Mittel:	100	1545			10^5	$4 \cdot 10^6$	
d) [illegible]	1 : 100	100	370	(470)				
	1 : 1000	100	-	[illegible]	[illegible]	oo	oo	-
	[illegible]			(2300)	24000	46000	50000	(18000)
	[illegible]:	[illegible]	370	2735	24000	46000	50000	(18000)
e) [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	70
	[illegible]	[illegible]	150	120	65	[illegible]	[illegible]	58
	[illegible]:	[illegible]	155	139	87	[illegible]	[illegible]	64

Tabelle 10

Staph.aureus SG 511 — bei Zimmertemperatur

Medium	Verdünnung	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
					Tag			
f) Kontrollversuch mit Bouillon								
bei Milch	1 : 100	100	182	1630				
	1 : 1000	100	230	1550	14900	40500	38400	47300
	1 : 10000				19000		51000	51000
bei Vanillesauce mit Ei	1 : 100	100	140	(117)				
	1 : 1000	100	140					
bei Fleischbrühe mit Ei	1 : 100	100	260	450				
	1 : 1000	100	-	710				
	1 : 10000				19000	58000	(70000)	
bei klarer Fleischbrühe	1 : 100	100	92	77	1070			
	1 : 1000	100	70	56	-	72	93	
	1 : 10000					44	67	420
bei Karottensaft	1 : 100	100	100	250	1080			
	1 : 1000	100	96	230	820			
	Mittel:	100	145	560	8000	24600	32000	34000

Zusammenfassende und vergleichende Darstellung der Durchschnittswerte des Verhaltens von Staphylococcus aureus SG 511 bei Zimmertemperatur in den verschiedenen Nahrungsmitteln.

Nahrungsmittel	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
				Tag			
M i l c h	100	303	635	1050	890	645	645
Vanillesauce mit Ei	100	230	820	10600	15000	19000	62000
Klare Fleischbrühe	100	1545			10^5	$4 \cdot 10^6$	
Fleischbrühe mit Ei	100	370	2785	24000	46000	50000	(18000)
Karottensaft	100	155	139	87	98	78	64
Kontrollversuch	100	145	560	8000	24600	32000	34000

Verhalten von Staphylococcus aureus haemolyticus SG 511 bei Zimmertemperatur, gemessen in 24-stündigem Abstand.

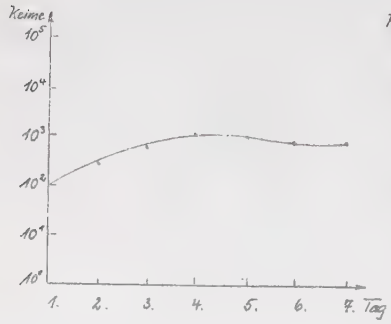


Abb. 57 Milch

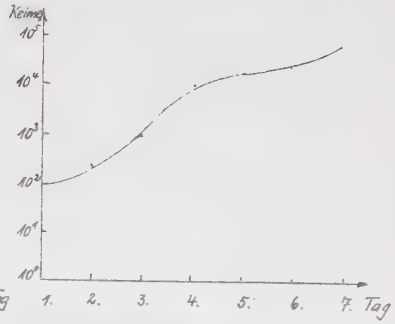


Abb. 58 Vanillesauce mit Ei

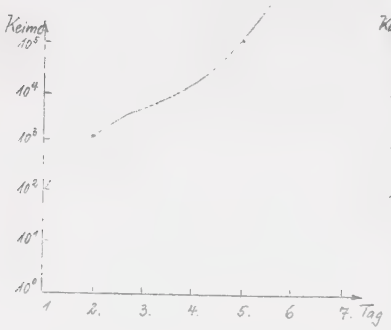


Abb. 59 Klare Fleischbrühe

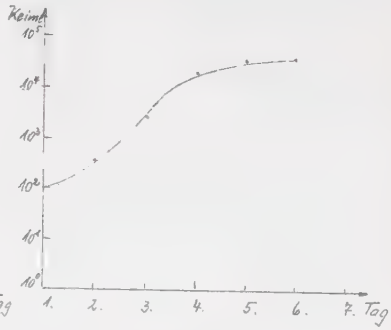


Abb. 60 Fleischbrühe mit Ei

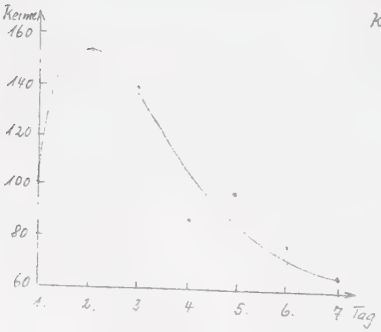


Abb. 61 Karottensaft

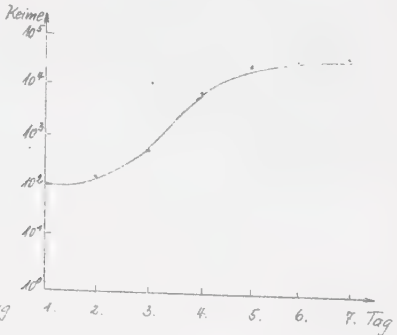


Abb. 62 Kontrollversuch

Der Kontrollversuch in Bouillon ergab ebenso wie die mit Fleischbrühe mit Ei gewonnene Kurve den bekannten Verlauf der Bakterienvermehrung in ihrem Beginn. Die Anpassungsphase oder Lag-phase ist bei der alle 24 Stunden durchgeführten Keimzählung nicht sichtbar. Die Beschleunigungsphase und die logarithmische Phase sind deutlich vorhanden. Am 7. Versuchstag befinden sich die Keime in den beiden Medien in der Phase, wo die Nährstoffe verbraucht sind und eine Anreicherung von Stoffwechselprodukten vorliegt. Beide Kurven sind annähernd kongruent und in ihren Bakterienzahlen in den letzten Versuchstagen gleich.

Schon am linearen Maßstab ist abzulesen, daß sich die Staphylokokken im Karottensaft nur schwach vermehren können. Dem entspricht auch die Tatsache, die S t o n e in seinen Seuchenstudien mit Staphylokokken feststellte, daß Protein der einzige feste Hauptbestandteil im Nahrungsmittel bei jedem der beobachteten Ausbrüche war, während nicht eiweißhaltige Nahrungsmittel hierbei praktisch keine Rolle spielen (K e l l y und D a c k 1936).

Vom 2. Beobachtungstag an sinkt die Keimzahl im Karottensaft stetig ab. Der ph-Wert ist im Karottensaft mit 4,5 der niedrigste der untersuchten Nahrungsmittel. An nächster Stelle folgt klare Fleischbrühe mit ph 6,2. Schon bei Zimmertemperatur ist im Karottensaft ein Keimabfall zu beobachten, der bei + 7° C, + 4° C, + 2° C und in der Tiefkühltruhe noch deutlicher ist. Dies ist das einzige der untersuchten Nahrungsmittel, bei dem zur Temperaturwirkung noch ein durch die Zusammensetzung bedingter Effekt berücksichtigt werden muß, der auf das Verhalten der eingebrachten Keime einwirkt. Daß der Abfall allein durch den Säuregrad hervorgerufen wird, ist unwahrscheinlich, da die Staphylokokken nach anderen Untersuchungen sehr säureresistent sind. Z.B. fand V o ß (1963), daß Staphylokokken bei Zimmertemperatur gegen

Säure resistenter sind als Salmonellen, die bei unseren Untersuchungen im Karottensaft keine besondere Empfindlichkeit zeigten, sondern sich bei Zimmertemperatur sogar vermehrten (siehe Abb. 30).

4. Diskussion

Über die Auswirkung tiefer Temperaturen auf lebende Zellen gibt es verschiedene Theorien, die von H a i n e s 1938 erwähnt und zusammengefaßt dargestellt wurden:

1. Die Kapillar-Theorie.
   In den Kapillarzwischenräumen gefriert das Wasser bei Temperaturen unter 0° C, (Z s i g m o n d y 1911, F i s h e r 1924) und es ist angenommen worden, daß die Zellen selbst, die tiefen Temperaturen ausgesetzt wurden, tatsächlich nicht gefroren sind (M [illegible] 1924).
2. Die Theorie der mechanischen Zerstörung.
   Nach ihr sollen durch mechanischen D[illegible] die Zellen [illegible]
3. Die "[illegible]"-Theorie.
   [illegible]

In neuerer Zeit [illegible] (1952) haben [illegible] nachgewiesen, daß [illegible] interzellulare Eiskristalle erzeugt, während langsames Abkühlen [illegible] entstehen läßt, ohne Anzeichen für eine interzellulare Eisbildung.

In der Praxis der Nahrungsmittelkonservierung durch Kühlen oder Einfrieren handelt es sich fast immer um eine rasche Temperaturerniedrigung, der das Substrat ausgesetzt wird. Nach unseren Untersuchungen bestehen dabei erhebliche Unterschiede hinsichtlich der Kälteempfindlichkeit zwischen den Bakterienarten. Vergleicht man nämlich die Kurven von Salmonella typhimurium bei den verschiedenen Temperaturen und verschiedenen Nahrungsmitteln mit den Kurven von Staphylococcus aureus SG 511, so ist ein grundsätzlicher Unterschied festzustellen. Salmonella typhimurium ist kältelabiler als Staphylococcus aureus SG 511. Dies zeigen auch Untersuchungen von H a l i k und T o u f a r (1957), die fanden, daß von 9 verschiedenen Bakterienarten, die bei Tiefkühltemperatur (- 18° C) auf Rindfleischproben gehalten wurden, die Kokken die resistentesten waren.

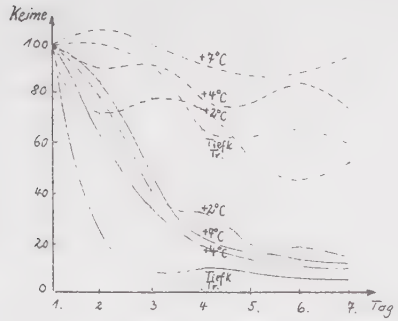


Abb. 63 Temperaturabhängiges Verhalten von Staphylococcus aureus SG 511 und Salmonella typhimurium am Beispiel der Fleischbrühe mit Ei gezeigt.

Diese unterschiedlichen Verhalten der beiden Bakterienarten (siehe Abb. 63) ist bei allen untersuchten Lebensmitteln mehr oder weniger deutlich festzustellen.

Dennoch waren in allen Versuchsreihen am 7. Tag noch Keime vorhanden. Da dies so ist, können die infizierten Nahrungsmittel trotz der Kühlung zum Ausgangspunkt von Infektionen werden. Niemeyer (1959) untersuchte den Keimgehalt auf Fleisch im Schlachthof und kam zu folgendem Ergebnis: Die beste Kühlung kann eine Infektion nicht ausschließen, wenn das Fleisch nicht primär keimfrei ist. Für die Haltbarkeit des Fleisches ist in erster Linie die Hygiene beim Schlachtvorgang ausschlaggebend. Es soll möglichst keimarm gewonnen werden und der Zeitraum bis zum Einbringen des Fleisches in die Kühlräume muß so kurz wie möglich bemessen sein. Zum selben Schluß kommen Miller und Smull (1955) bei ihrer Abhandlung über die Wirksamkeit von Kühlverfahren zur Verhinderung des Wachstums von Mikrokokken. Sowohl bei den mit Staphylokokken als auch bei den mit Salmonellen gewonnenen Kurven bei Kühlschranktemperatur bestehen zwar Unterschiede, die aber nicht so regelmäßig eine Temperaturabhängigkeit des Kurvenverlaufes erkennen lassen wie bei dem Substrat Fleischbrühe mit Ei. In diesem herrschen sowohl für Staphylokokken als auch für Salmonellen gleich gute Bedingungen, wie aus den Kurven bei Zimmertemperatur zu ersehen ist, so daß die hier vorhandenen Unterschiede auf die Temperatur bezogen werden können. In Vanillesauce mit Ei erfolgt bei den Kühlschranktemperaturen die Abnahme der Zahl der Staphylokokken nur langsam. Dieses Verhalten ist bei den Kurven mit den Salmonellen andeutungsweise auch vorhanden.

Im ganzen kann gesagt werden, daß die Staphylokokken bei + 7° C in den untersuchten Nahrungsmitteln an der Grenze der Vermehrungsmöglichkeit stehen, die Kurven zeigen eine annähernde Konstanz der Keimzahl. Auch nach Zinsser (1960) bleiben im Kühlschrank Kulturen von Staphylokokken auf Agar-Nährböden monatelang am

Bei Salmonella typhimurium dagegen bewirken Temperaturen von + 7° C in den untersuchten Nahrungsmitteln einen deutlichen Keimabfall. A n g e l o t t i (1961) fand, daß in Custard (Pudding) Staphylokokken sich bei + 7° C und darüber vermehrten. Salmonellen fielen graduell in Abhängigkeit von der Temperatur zwischen 4,5° C und 10° C ab. In "Chicken à la King" vermehrten sich Staphylokokken sowie Salmonellen bei + 7° C und darüber. In "Ham Salad" bestand keine Vermehrung zwischen 4,5° C und 10° C.

Unsere Untersuchungen zeigen, daß sowohl bei Staphylococcus aureus SG 511 als auch bei Salmonella typhimurium die Abnahme der Keimzahl mit fallender Temperatur rascher wird. Der stärkste Keimabfall war in der Tiefkühltruhe zu verzeichnen. Der Einfluß verschiedener Temperaturen unter 0° C wurde nicht untersucht. H a i n e s (1938) fand, daß Bakterien in wasserhaltigen Suspensionen, die bei Temperaturen von - 1° C bis - 20° C gehalten wurden, bei den höheren Temperaturen rascher absterben als bei den niedrigeren.

Zur hygienischen Folgerung aus den durchgeführten Untersuchungen ist folgendes zu sagen: Salmonellen sind generell empfindlicher gegen eine Temperatursenkung. Eine Aufbewahrung im Kühlschrank bewirkt vom 2. - 3. Tag ab eine erhebliche Keimverminderung, wenn auch nie ein gänzliches Verschwinden bis zum 7. Tag. Eine Keimvermehrung tritt nicht auf. Bei mehrtägiger Aufbewahrung eines Nahrungsmittels im Kühlschrank kann also die Zahl der Salmonellen deutlich zurückgehen, so daß durch die Kühlschranktemperaturen unter Umständen die Nahrungsmittelvergiftung verhütet werden kann, wenn die Zahl der infektiösen Salmonellen von vornherein nur gering ist. Allerdings ist die Mindestzahl der Keime, die erforderlich ist um eine Enteritis auszulösen, von zahlreichen, auch individuellen Faktoren abhängig.
(P r e s c o t t und G e e r 1936)

Die Zahl der Staphylokokken bleibt bei den Kühlschranktemperaturen etwa konstant. Mit einer geringen Keimvermehrung muß gerechnet werden, wenn das Nahrungsmittel ein besonders günstiges Medium für Staphylokokken darstellt.

In der Tiefkühltruhe stirbt Salmonella typhimurium in großem Prozentsatz ab, doch nie verschwinden die Keime innerhalb der 7 Untersuchungstage vollständig. Für Nahrungsmittel, die zu baldigem Verbrauch bestimmt sind, ist die Aufbewahrung in der Tiefkühltruhe besonders vorteilhaft, da mit einem starken Absinken des Salmonellengehaltes schon innerhalb der ersten 24 Stunden zu rechnen ist. Dies dürfte für den Haushalt und die Gastwirtschaften eine nicht geringe Bedeutung haben.
P r e s c o t t und G e e r (1936), die Salmonellastämme bei 4° C, 0° C und - 7° C in Lebensmitteln unters[illegible], kamen praktisch zu gleichen Schlußfolgerungen: Der Gehalt der Nahrungsmittelvergiftung, durch Lebensmittel. Die Lebensdauer sinkt, ist bei einer Lagerungstemperatur [illegible] Grad Celsius stark herabgesetzt. Auch die Ergebnisse von A r e l u n a und G u n d e r s o n (1959), die die Auswirkung von verschiedenen Temperaturen auf die Vermehrung einer Reihe von Bakterienarten prüften, sind in bezug auf die Kühlschranktemperatur und Tiefkühltruhentemperatur mit unseren Ergebnissen zu vereinbaren.

Die erhaltenen Kurven mit Staphylococcus aureus SG 511 in der Tiefkühltruhe zeigen ihren tiefsten Punkt am [illegible]. Versuchstag. Die Untersuchungszeit von 7 Tagen scheint zu gering zu sein, um den absoluten Kurventiefpunkt ermittelt zu haben. Wegen des zumeist langsamen Absinkens oder Gleichbleibens der Keimzahl in den ersten Versuchstagen kann eine Aufbewahrung in der Tiefkühltruhe den Ausbruch einer Staphylokokkenenteritis keinesfalls verhindern.

5. Zusammenfassung

Das Verhalten von Salmonella typhimurium und Staphylococcus aureus SG 511 in Nahrungsmitteln bei 7° C, 4° C, 2° C und - 10° C wurde untersucht. Dabei zeigten sowohl Salmonella typhimurium als auch Staphylococcus aureus SG 511 bei fallender Temperatur vermehrtes Absterben. Salmonella typhimurium ist in Milch, Vanillesauce mit Ei, klarer Fleischbrühe, Fleischbrühe mit Ei, Karottensaft und in gewöhnlicher Bouillon bei Kühlschranktemperaturen zwischen + 7° C und + 2° C kälteempfindlicher als Staphylococcus aureus SG 511 in den entsprechenden Medien. In mit Salmonella typhimurium infizierten Nahrungsmitteln vermindert sich im Kühlschrank die Zahl der Salmonellen erheblich. Dagegen erfolgt in Lebensmitteln, die mit Staphylococcus aureus SG 511 infiziert wurden, im Kühlschrank keine nennenswerte Keimabnahme.

Die Temperatur der Tiefkühltruhe (ca. - 10° C) beeinflußt die Zahl der Salmonellen in den untersuchten Nahrungsmitteln in der Weise, daß nach Einbringen des Lebensmittels in die Tiefkühltruhe ein sofortiger starker Keimabfall eintritt. Bei Nahrungsmitteln, die nicht von sich aus schädigend, etwa durch zu sauren ph-Wert auf Staphylokokken einwirken, bleibt die Keimzahl in der Tiefkühltruhe etwa konstant. Die nach 7tägiger Beobachtungsdauer gering unter den Ausgangswerten liegenden Keimzahlen, können bei der Fehlerbreite der Methode nicht als Folge einer Keimverminderung angesehen werden.

Literaturverzeichnis

1. R. Angelotti, M.J. Foter und K.H. Lewis.

Time temperature effects on Salmonellae and Staphylococci in foods.
American Journal of Public Health. January 1961.
Vol. 51 Nr. 1,76 - 78.

2. C.C. Ball und F.C.W. Olson.

Sterilization in food technology.
McGraw-Hill Book Company, Inc. 1957, S. 15.

3. L.C. Black und M.N. Lewis.

Effect on bacterial growth of various methods of cooling cooked foods. Journal of the American Dietetic Association (1948). Vol. 24 Nr. 5 S. 399 - 404.

4. Cockburn, Vernon (1956)

Zitiert bei H.G. Gram, siehe Nr. 6.

5. E.B. Dewberry.

Food-borne infection and intoxication.
Leonard Hill (Books) Ltd., Eden Street,
London, N.W. 1 (1959) S. 23 und 142.

6. H.G. Gram.

Abtötung von Salmonellen, Staphylococcus aureus. B. proteus und B. alkaligenes durch Mayonnaise.
Die Fleisch-Wirtschaft, März (1957) Heft 3 S. 111-112.

7. Gunderson und Rose (1948)

Zitiert bei E.B. Dewberry, siehe Nr. 5.

8. ...D. Haines.

The effect of freezing on bacteria.
London Royal Society Proceedings (1938)
B 124 S. 381 - 399.

9. ... Malik, J. Toufar.

Zum Absterben der Bakterien auf dem Fleisch, während des Einfrierprozesses. Veterinársky Casopis (1957)
Cislo 6.

10. A.H. Jones und A.G. Lockhead.

Study of micrococci surviving in frozen-pack vegetables and their enterotoxic properties.
Food Research (1939) 4 : 203.

11. F.C. Kelly und G.M. Dack.

Experimental Staphylococcus food poisoning, a study of the growth of a food poisoning staphylococcus and the production of an enterotoxic substance in bread and meat. A.J.P.H. (1936) 26 : 1077.

12. K.Kereluk und M.F. Gunderson.

A preliminary study on the effect of different temperatures on the growth of various bacteria isolated from frozen chicken meat pies.
Bacteriological Proceedings (1959) 59 : 7 - ..

13. M. Kienitz und W. Ritzerfeld.

Nahrungsmittelvergiftung durch Staphylokokken nach Genuß von Eiskaffee. Medizinische Welt, April (1960) Nr. 15.

14. M. Lerche.

Zur Lebensfähigkeit von Salmonellabakterien in Mayonnaise und Fleischsalat. Wiener Tierärztliche Monatsschrift (1961) Heft 6, 48. Jahrg., S. 348-361.

15. P. Mazur.

Mechanisms of injury in frozen and frozen dried cells. Proceedings of the Specialists conference on culture collections, Ottawa, August (1962) University of Toronto Press, S. 59.

16. W.A. Miller und M.L. Smull.

Efficiency of cooling practices in preventing growth of micrococci.
J. Am. Dietet. A. (1955) 31: 469 - 473.

17. G.B. Mirecki.

Werden Bakterien durch Winterkälte abgetötet?
Desinf. (1950) 42, 30.

18. H. Niemeyer.

Hygienische Vorteile der modernen Schnellabkühlung unter Berücksichtigung des Oberflächen-Keimgehaltes.
Schlacht- und Viehhof-Zeitung (1959) Nr. 12,
59. Jahrg., S. 407 - 408.

19. Phillips und Proctor. (1947).

Zitiert bei E.B. Dewberry, s. Nr. 5.

20. S.C. Prescott und L.P. Geer.

Observations on food poisoning organisms under refrigeration conditions. Refrigerating Engineering (1936) Vol. 32, Nr. 4, S. 211 - 212 und S. 282 - 283.

21. A.W. Reisler.

Ernährungshygiene. VEB-Verlag Volk und Gesundheit, Berlin (1961) S. 142 - 143.

22. Stone.

Zitiert bei F.C. Kelly und G.M. Dack, siehe Nr. 11.

23. J. Voss.

Über die Abtötung von Staphylokokken und Salmonellen im Speiseeis.
Inaugurations Dissertation, Tübingen (1963).

24. W. Yotis und R. Theodoro.

The influence of temperature on the generation time of bacteria commonly found in milk.
J. Dairy Res. (1957) 24, 27.

25. Zinsser.

Microbiology. Appelton-Century-Crofts J.N.C. New York, Twelfth edition (1960) S. 245.

L E B E N S L A U F

Am 11. November 1939 wurde ich in Ebingen, Kreis Balingen, geboren. Von 1945 - 1948 war ich in den Volksschulen in Burgfelden, Kreis Balingen, und Trossingen. Ich besuchte das Progymnasium in Trossingen von 1948 - 1955, anschließend das Gymnasium in Schwenningen am Neckar, wo ich 1958 das Abitur ablegte. Das Hochschulstudium der Medizin begann ich an der Universität Tübingen im Sommersemester 1958. Hier folgten 1959 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und 1961 die ärztliche Vorprüfung. Im Sommersemester 1961 und Wintersemester 1961/62 studierte ich an der Universität in Genf, dann wieder 1962 in Tübingen mit Staatsexamen im Dezember 1964.